

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL



PROYECTO FIN DE CARRERA

**Predicción de resultados de eventos deportivos:
Fútbol**

AUTOR: Alberto Cela Fabián
TUTOR: Fernando Pérez Cruz



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Proyecto de fin de carrera

Predicción de resultados de eventos deportivos: Fútbol

Presentado en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, para la obtención del título de Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones: Imagen y Sonido

Departamento de Teoría de la Señal

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este espacio para acordarme de todas las personas que me han ayudado, de una u otra forma, a sacar este trabajo adelante.

En primer lugar, y como no puede ser de otra forma, a mis padres quiero agradecerles la educación que me han dado, ya que soy consciente del esfuerzo que ha supuesto. Gracias por darme siempre la libertad necesaria para tomar mis propias decisiones. Este trabajo es una pequeña forma de devolverles todo lo que he recibido de su parte.

A mi hermano, por ser siempre de alguna forma el espejo donde mirarme. Su experiencia ha sido como un manual que me ha servido para tomar las decisiones acertadas. Al resto de mi familia, por el interés que han mostrado sobre el desarrollo de mi vida universitaria.

A mi tutor Fernando quiero agradecerle su implicación en este trabajo, ya que sin su ayuda el resultado no habría sido el mismo.

A mi novia, por ser mi gran apoyo. Le tengo que agradecer el hecho de estar siempre a mi lado. Su confianza y comprensión han sido fundamentales para afrontar este trabajo.

No quiero olvidarme de mis amigos de la facultad, ya que mi vida universitaria no habría sido lo mismo sin los campeonatos de fútbol, las charlas en los jardines o las tapas en el callejón. Sin su amistad habría sido más difícil.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ECUACIONES	VII
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura del trabajo	2
CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE	3
1.1. Mercado de apuestas deportivas	3
1.2. Casas de apuestas	4
1.2.1. Betfair	4
1.2.2. Bwin	5
1.3. Tipos de apuestas deportivas	5
1.4. Psicología del jugador: las malas rachas	11
1.5. Perfil del apostante	12
1.6. Estudios	13
CAPÍTULO 2. MODELO	21
2.1. Introducción	21
2.1.1. Introducción	22
2.1.2. Características generales	23
2.1.3. Justificación	24
2.2. Desarrollo	25
2.2.1. Base de datos	25
2.2.2. Inferencia	28
2.2.3. Probabilidades	35
2.2.4. Odds	38
2.2.5. Criterio de Kelly	41

CAPÍTULO 3. RESULTADOS	47
3.1. Consideraciones	47
3.2. Experimento 1: Betfair sin re-inversión	48
3.3. Experimento 2: Bwin sin re-inversión	56
3.4. Experimento 3: Betfair con re-inversión	63
3.5. Análisis de la Jornada 35	74
 CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	 83
4.1. Evaluación de los resultados	83
4.2. Conclusión	84
4.3. Futuras líneas de trabajo	85
 CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO	 87
 REFERENCIAS	 91

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE	10
Tabla 1.1. Apuestas combinadas	10
CAPÍTULO 2. MODELO	21
Tabla 2.1. Resultados de la temporada	26
Tabla 2.2. Goles en casa	27
Tabla 2.3. Goles fuera de casa	27
Tabla 2.4. Parámetros ataque, defensa y factor casa	32
Tabla 2.5. Porcentajes victorias en casa y fuera de casa	34
Tabla 2.6. Resultados del Almería en casa	35
Tabla 2.7. Parámetros del partido Real Madrid – F.C. Barcelona	35
Tabla 2.8. Probabilidades del partido Real Madrid – F.C. Barcelona	36
Tabla 2.9. Matriz probabilidades I	37
Tabla 2.10. Matriz probabilidades II	37
Tabla 2.11. Matriz probabilidades III	37
Tabla 2.12. Matriz probabilidades IV	38
Tabla 2.13. Odds Betfair partido Real Madrid – F.C. Barcelona	39
Tabla 2.14. Odds Bwin partido Real Madrid – F.C. Barcelona	41
Tabla 2.15. Enfrentamiento Real Madrid – F.C. Barcelona	42
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	47
Tabla 3.1. Jornada 28 Betfair	49
Tabla 3.2. Jornada 29 Betfair	49
Tabla 3.3. Jornada 30 Betfair	50
Tabla 3.4. Jornada 31 Betfair	50
Tabla 3.5. Jornada 32 Betfair	51
Tabla 3.6. Jornada 33 Betfair	51
Tabla 3.7. Jornada 34 Betfair	52
Tabla 3.8. Jornada 35 Betfair	52
Tabla 3.9. Jornada 36 Betfair	53
Tabla 3.10. Jornada 37 Betfair	53
Tabla 3.11. Jornada 38 Betfair	54
Tabla 3.12. Resumen Betfair	55
Tabla 3.13. Jornada 28 Bwin	57
Tabla 3.14. Jornada 29 Bwin	57
Tabla 3.15. Jornada 31 Bwin	58
Tabla 3.16. Jornada 32 Bwin	58

Tabla 3.17.	Jornada 33 Bwin	59
Tabla 3.18.	Jornada 34 Bwin	59
Tabla 3.19.	Jornada 35 Bwin	60
Tabla 3.20.	Jornada 37 Bwin	60
Tabla 3.21.	Jornada 38 Bwin	61
Tabla 3.22.	Resumen Bwin	62
Tabla 3.23.	Jornada 28 Betfair re-inversión	64
Tabla 3.24.	Jornada 29 Betfair re-inversión	64
Tabla 3.25.	Jornada 30 Betfair re-inversión	65
Tabla 3.26.	Jornada 31 Betfair re-inversión	65
Tabla 3.27.	Jornada 32 Betfair re-inversión	66
Tabla 3.28.	Jornada 33 Betfair re-inversión	66
Tabla 3.29.	Jornada 34 Betfair re-inversión	67
Tabla 3.30.	Jornada 35 Betfair re-inversión	67
Tabla 3.31.	Jornada 36 Betfair re-inversión	68
Tabla 3.32.	Jornada 37 Betfair re-inversión	68
Tabla 3.33.	Jornada 38 Betfair re-inversión	69
Tabla 3.34.	Resumen Betfair re-inversión	70
Tabla 3.35.	Probabilidades Betfair	72
Tabla 3.36.	Probabilidades Bwin	73

CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO **87**

Tabla 5.1.	Coste de personal	88
Tabla 5.2.	Coste de equipos	88
Tabla 5.3.	Otros costes	88
Tabla 5.4.	Resumen de costes I	88
Tabla 5.5.	Resumen de costes II	88

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2. MODELO	21
Figura 2.1. Esquema general del modelo	25
Figura 2.2. Función de distribución Poisson	25
Figura 2.3. Exponencial	31
Figura 2.4. Evolución parámetros Real Madrid	33
Figura 2.5. Comparativa entre probabilidades estimadas y probabilidades de Betfair	45
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	47
Figura 3.1. Evolución bankroll Betfair	55
Figura 3.2. Evolución bankroll Bwin	62
Figura 3.3. Evolución bankroll Betfair re-inversión	70
Figura 3.4. Comparativa entre experimentos	71
Figura 3.5. Comparativa entre probabilidades estimadas y Betfair	72
Figura 3.6. Comparativa entre probabilidades estimadas y Bwin	74
Figura 3.7. Evolución de las probabilidades en el partido Mallorca – Villarreal	75
Figura 3.8. Evolución de las probabilidades en el partido Atlético de Madrid – Málaga	76
Figura 3.9. Evolución de las probabilidades en el partido Getafe – Almería	76
Figura 3.10. Evolución de las probabilidades en el partido Valencia – Real Sociedad	77
Figura 3.11. Evolución de las probabilidades en el partido Athletic de Bilbao – Levante	77
Figura 3.12. Evolución de las probabilidades en el partido Sporting de Gijón – Deportivo	78
Figura 3.13. Evolución de las probabilidades en el partido Hércules – Racing	89
Figura 3.14. Evolución de las probabilidades en el partido Sevilla – Real Madrid	80
Figura 3.15. Evolución de las probabilidades en el partido F.C. Barcelona - Espanyol	80
Figura 3.16. Evolución de las probabilidades en el partido Zaragoza – Osasuna	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO 2. MODELO	21
Ecuación 2.1. Función de probabilidad de una variable Poisson	28
Ecuación 2.2. Variable Poisson equipo local	29
Ecuación 2.3. Variable Poisson equipo visitante	29
Ecuación 2.4. Condición límite parámetros	29
Ecuación 2.5. Función de verosimilitud	30
Ecuación 2.6. Variable goles equipo local	30
Ecuación 2.7. Variable goles equipo visitante	30
Ecuación 2.8. Función de verosimilitud temporal	31
Ecuación 2.9. Función temporal exponencial	31
Ecuación 2.10. Función temporal escalón	32
Ecuación 2.11. Relación odd – probabilidad	39
Ecuación 2.12. Kelly 1	43
Ecuación 2.13. Kelly 2	44
Ecuación 2.14. Kelly 3	44

Resumen

El Proyecto de Fin de Carrera que aquí presentamos nace debido al auge de las apuestas deportivas. Existen muchos deportes sobre los que se puede apostar: carreras de caballos, béisbol, tenis, motociclismo, baloncesto, etc. Este trabajo está orientado al fútbol.

El principal objetivo será el de estimar las probabilidades de los 3 posibles sucesos que se pueden dar en un partido de fútbol: victoria del equipo local, victoria del equipo visitante y empate. Una vez calculadas, comprobaremos la validez de nuestras probabilidades apostando, basándonos en el Criterio de Kelly, en las casas de apuestas disponibles en Internet.

Para la obtención de dichas probabilidades vamos a utilizar los parámetros que definen tanto fuerza ofensiva como defensiva de un equipo, además del factor casa. Estos parámetros serán calculados a partir del modelo expuesto en este trabajo.

El proyecto está desarrollado sobre la Liga BBVA 2010/2011 y las casas de apuestas Betfair y Bwin.

Introducción

Índice

1.1. Introducción

1.2. Objetivos

1.3. Estructura del trabajo

1.1. Introducción

El objetivo de apostar en eventos deportivos es el de obtener un beneficio. Para lograrlo es necesario ser más precisos que las casas de apuestas a la hora de estimar las probabilidades de que se dé un determinado suceso. En la actualidad existen muchos métodos estimativos cuyo objetivo es obtener esas probabilidades.

Como en todo método de estimación, las variables empleadas son fundamentales, por lo que dependiendo de cuáles se utilicen, los resultados pueden diferir. Las casas de apuestas realizan su propia estimación de dichas probabilidades, por lo que cada una devolverá un retorno diferente para un determinado resultado.

Una apuesta será certera cuando nuestra estimación de una determinada probabilidad se acerque más a la realidad que la calculada por la casa de apuestas. De esta forma estaremos apostando al contrario que la mayoría de usuarios, por lo que el retorno medio será mayor. Al contrario que en los mercados de valores, donde los retornos medios son positivos, en estos mercados existe un incentivo por hacer lo contrario de lo que hace la mayoría para mejorar las ganancias potenciales, porque si se hace lo que la mayoría los retornos serán negativos ya que las casas de apuestas de quedan con una parte significativa de cada apuesta.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este proyecto es construir una base de datos que permita realizar la estimación de las probabilidades. Una vez creada, el siguiente paso es comprobar la validez de modelos sencillos, cuyo fin es el de invertir en aquellos resultados que consideren rentables desde el punto de vista financiero. Los resultados obtenidos pueden servir de referencia para llevar a cabo una estrategia de apuestas.

1.3. Estructura del trabajo

Este trabajo está organizado de la siguiente forma:

- **Capítulo 1:** expone la base de la realización del trabajo.
- **Capítulo 2:** presenta el modelo elegido y lo desarrolla.
- **Capítulo 3:** expone los resultados obtenidos en los diferentes experimentos.
- **Capítulo 4:** recoge las conclusiones, a la vez que expone las posibles futuras líneas de trabajo.

Capítulo 1

Estado del arte

Índice del capítulo

- 1.1. Mercado de apuestas deportivas**
- 1.2. Casas de apuestas**
 - 1.2.1. Betfair**
 - 1.2.2. Bwin**
- 1.3. Tipos de apuestas deportivas**
- 1.4. Psicología del jugador: las malas rachas**
- 1.5. Perfil del apostante**
- 1.6. Estudios**

1.1. Mercado de apuestas deportivas

Las apuestas deportivas han experimentado una gran expansión en los últimos años, debido principalmente a la difusión de diferentes casas de apuestas por Internet. Esto ha hecho que un gran número de usuarios vean atractivo apostar.

Las apuestas deportivas tienen su origen en las carreras de caballos. En Inglaterra existía una larga tradición de este tipo de eventos y fue el primer lugar donde se popularizaron. En un primer momento, esta actividad estaba reservada a la clase social alta. Sin embargo, después de la guerra civil americana, las carreras de caballos

se expandieron a todos los sectores económicos. Esto hizo que la popularidad de las carreras de caballos incrementara de forma considerable.

Estados Unidos acogió las carreras de caballos por la influencia inglesa. La apuesta más repetida entre los apostantes era la de confiar su suerte en un solo caballo ganador, por lo que, aunque existía cierta variedad de combinaciones ganadoras, no eran las más utilizadas.

A la hora de repartir las ganancias en caso de que varios apostantes hubieran hecho la misma apuesta, los tomadores de apuestas se dieron cuenta de que las ganancias debían ser proporcionales al número de adeptos del caballo apostado.

Poco a poco, los deportes de conjunto se fueron haciendo más populares. El primer deporte de conjunto que gozó de dicha popularidad fue el béisbol. Sin embargo, sufrió un duro golpe cuando varios jugadores del equipo de Chicago fueron acusados de haber sido comprados por las casas de apuestas para dejarse ganar.

A día de hoy, el fútbol americano es el más popular entre las apuestas. En Europa, el mundo del fútbol engloba una gran variedad de apuestas, por lo que le ha convertido en uno de los más populares, captando un gran número de adeptos.

1.2. Casas de apuestas

Existe una gran variedad de casas de apuestas en Internet. A continuación indicamos algunas de ellas: *bet365*, *miApuesta*, *Interapuestas*, *Bwin*, *Fubo*, *Betclic*, *Betfair*, *888sport*, *Stanjames*, *Pinnaclesports*, *Paddypower*, *Partybets*. Nos vamos a centrar especialmente en dos de ellas, Betfair y Bwin, ya que la información que utilizamos en este trabajo la hemos sacado de ellas.

1.2.1. Betfair

Casa de intercambio de apuestas fundada en 1999. El usuario realiza una apuesta y la operación se cierra cuando otro usuario realiza la apuesta opuesta. De esta

forma, las cantidades a apostar dependen del número de apostantes en uno u otro sentido. Permite realizar apuestas a favor o en contra.

Al contrario que ocurre en las demás casas de apuestas en las que ganan dinero cuando el apostante no acierta, Betfair obtiene ganancias si el apostante acierta en su pronóstico. Betfair se queda con una comisión correspondiente al 5% de las ganancias del apostante por ejercer de intermediario.

1.2.2. Bwin

Fundada en 1997 y de origen austriaco, alcanzó su status actual gracias a amplias campañas publicitarias. Es una de las casas de apuestas más antiguas en el mercado de Internet. Fue adquirida en su totalidad por bwin Interactive Entertainment AG, que cotiza en La Bolsa de Viena.

Casa libre de apuestas en las que se cubre del riesgo con un retorno de entre el 80% - 95% en sus apuestas.

1.3. Tipos de apuestas deportivas

La mayoría de las casas de apuestas ofrecen una gran variedad de tipos de apuestas deportivas. De esta forma, los usuarios gozan de diversidad de elección a la hora de aventurarse en el mundo de las apuestas.

Cuanto más arriesgada sea la apuesta mayor será el beneficio. Por lo tanto, el apostante debe decidir qué riesgo quiere asumir a la hora de decidirse por una apuesta o por otra.

Cada tipo de apuestas conlleva ciertas condiciones, como la cantidad mínima exigida para apostar, el número mínimo de eventos o la cantidad máxima permitida. Tanto el límite mínimo como el máximo varían en función del tipo de evento y de la casa de apuestas.

A continuación exponemos los tipos de apuestas más comunes:

- **Apuesta Simple:** es la apuesta más sencilla. Consiste en realizar un pronóstico en un único evento. Si el pronóstico es acertado se gana la apuesta. Seguidamente mostramos algunas de las apuestas simples más utilizadas:
 - *Resultado tiempo completo:* es la más utilizada. Consiste en apostar al resultado final del partido. También conocido como “WLD” (del inglés *Win Lose Draw*) o “1x2” (forma de anotación en pizarra para ganar local, empate o gana visitante).
 - *Total de goles (Menos de / Más de):* consta de 2 opciones, más de x goles o menos de x goles. Puede ser teniendo en cuenta un parte o el partido completo. La apuesta suele ser más o menos de 2.5 goles durante un partido, pero existen variaciones, tales como 0.5, 1.5, 3.5 y 4.5. Este tipo de apuestas es muy popular, ya que no es necesario tener un gran conocimiento acerca de la situación de los equipos, si no que basta con predecir si el partido tendrá un número alto o bajo de goles.
 - *Resultado correcto (RC):* consiste en predecir el resultado final del partido. Existen muchos posibles resultados por lo que el riesgo es mayor. Por este motivo, el factor de pago suele ser elevado. Si bien es cierto, existen equipos que responden a un determinado patrón de juego, es decir, responden con el mismo comportamiento ante determinadas situaciones. Existen equipos, sobre todo en torneos internacionales, que llevan a cabo una estrategia muy clara: marcar un gol y quedarse todos en la defensa para defender la victoria por la mínima.
 - *Half Time / Full Time (HT/FT) – Medio tiempo / Tiempo completo:* también conocida como “doble resultado”, consiste en predecir el resultado al descanso y al final del partido en una misma apuesta. Es una apuesta interesante para aquellos partidos en los que hay un claro favorito. De esta forma, el factor de pago es mayor que si apostáramos únicamente a que el equipo favorito gana al final del partido (con el consiguiente factor de riesgo). Otra apuesta que se da con bastante frecuencia consiste en apostar al descanso un empate, y al final del partido victoria. Este caso se da entre aquellos

equipos que buscan no encajar ningún gol y lo buscan en los últimos minutos del partido.

- *First Goal Scorer – Qué jugador o qué equipo marca el primer gol:* como el propio nombre indica, la apuesta consiste en acertar qué jugador en concreto o qué equipo marcará el primer gol. Surgen 2 problemas asociados a este tipo de apuestas:
 - *Autogol:* cuando sucede esto normalmente no se tiene en cuenta, y se tiene en cuenta el siguiente gol, aunque es necesario revisar la política de cada sitio de apuestas.
 - *Suplente:* puede darse la situación que la apuesta sea sobre un jugador que empiece el partido en el partido. Al igual que ocurre en el caso anterior, es necesario revisar la política de cada sitio de apuestas, pues es posible que devuelvan el importe de la apuesta.

Normalmente, los márgenes de ganancias para este tipo de apuestas son elevados. Para sacar partido de ello, una opción utilizada por los apostantes es averiguar quién es el lanzador de penaltis de los equipos; este tipo de información puede ser muy valiosa en determinados partidos.

- *Last Goal Scorer Bets – Qué jugador o equipo marca el último gol:* similar al caso anterior, únicamente que en vez de predecir el primer gol se trata de acertar el último.
- *Half Time Result – Resultado al medio tiempo:* consiste en acertar el resultado al descanso. Este tipo de apuestas, al igual que acertar el resultado al final del partido, tiene 3 posibilidades: victoria del equipo local, victoria del equipo visitante y empate. Es utilizada para partidos en los que juegan equipos que habitualmente no toman demasiados riesgos durante gran parte del partido.
- *Draw no Bet – Con empate no hay apuesta:* similar a una apuesta de tiempo completo con la salvedad que no existe la opción del empate, es decir, si finalmente el partido termina en empate, recibes el dinero de tu apuesta. El factor de pago de victoria de cualquiera de los equipos se reduce a causa de esta salvedad (el riesgo es menor, ya que solo existen 2 posibilidades).

- **Apuesta combinada:** es una combinación de apuestas simples. El mínimo son 2 apuestas simples y el máximo lo fija la casa de apuestas. El atractivo de este tipo de apuestas reside en que la cuota final es la multiplicación de cada cuota de apuestas de cada evento. El inconveniente es que cualquier error en cualquiera de las apuestas simples hace que se pierda la apuesta, por lo que el riesgo es elevado.
- **Sistema de apuestas:** este tipo de apuestas pueden ser innumerables. El mínimo de apuestas para poder realizar una apuesta de sistema son 3 y el máximo lo fija cada casa de apuestas. Un aspecto que hay que tener en cuenta es que cada apuesta de sistema obliga a apostar un mínimo requerido; por ejemplo, una apuesta de 3/5 equivale a 10 apuestas. En este caso se apuesta sobre todas las posibles combinaciones de 3 dentro de las 5 parejas de encuentros seleccionados. Para obtener la ganancia máxima es necesario acertar en todos los pronósticos. Si se falla en uno de ellos, se tendrá 4 de las 10 correctas y con dos pronósticos fallidos se tendrá una combinación de 3. Este tipo de apuestas es muy arriesgado. En una apuesta de 4/5 si se falla dos resultados no hay ganancia.; en una de 5/5 con fallar uno ya no hay ganancia. Los diferentes tipos de apuestas de sistema son:

Sistema de 2/3

En un sistema de 2/3 se realizan 3 pronósticos de los cuales se forman 3 apuestas combinadas de dos. Para obtener una ganancia, deberá contar al menos con 2 pronósticos correctos.

Sistema 2/4 (6 apuestas)

En un sistema 2/4 se realizan 4 pronósticos de los cuales se forman seis apuestas combinadas de dos. Para obtener una ganancia deberá contar al menos con 2 pronósticos correctos.

Sistema 2/5 (10 apuestas)

En un sistema 2/5 se realizan cinco pronósticos de los cuales se forman 10 apuestas combinadas de dos. Por lo menos dos pronósticos deben ser correctos para obtener una ganancia.

Sistema 2/6 (15 apuestas)

En un sistema 2/6 se realizan seis pronósticos de los cuales se forman 15 apuestas combinadas de dos. Para obtener una ganancia deberá contar al menos con 2 pronósticos correctos.

Sistema canadian (26 apuestas)

En un sistema canadian se realizan 5 pronósticos de los cuales se forman 26 apuestas: 10 apuestas combinadas de dos, 10 apuestas combinadas de 3, cinco apuestas combinadas de 4 y una apuesta combinada de 5. Para obtener una ganancia deberá contar al menos con 2 pronósticos correctos.

Nombre	Número de eventos	Número de apuestas	Apuestas	Se obtiene premio con
Goliath	8	247	28 dobles 56 triples 70 cuádruples 56 quintuples 28 séxtuples 8 séptuples 1 óctuple	2 aciertos
Heinz	6	57	15 dobles 20 triples 15 cuádruples 6 quintuples 1 séptuple	2 aciertos
Lucky 15	4	15	4 simples 6 dobles 4 triples 1 cuádruple	1 acierto
Lucky 31	5	31	5 simples 10 dobles 10 triples 5 cuádruples 1 quintuple	1 acierto
Patent	3	7	3 simples 3 dobles 1 triple	1 acierto
Super Heinz	7	120	21 dobles 35 triples 35 cuádruples 21 quintuples 7 séxtuples 1 séptuple	2 aciertos
Super Yankee	5	26	10 dobles 10 triples 5 cuádruples 1 quintuple	2 aciertos
Trixie	3	4	3 dobles 1 triple	2 aciertos
Yankee	4	11	6 dobles 4 triples 1 cuádruple	2 aciertos

Tabla 1.1. Apuestas combinadas

1.4. Psicología del jugador: las malas rachas

La psicología es un factor determinante en las apuestas deportivas, y aumenta su importancia en las apuestas a largo plazo. Existen muchos libros relacionados con este tema, tales como “*The poker mindset*”, cuyas conclusiones se pueden extrapolar al mundo de las apuestas deportivas. Nuestro estudio no contempla este problema, ya que se trata de un sistema automático sin control humano.

En una estrategia de apuestas deportivas se pueden dar malas rachas. Es necesario tratar estas rachas con perspectiva y analizar los siguientes factores:

- **Tamaño:** las malas rachas no tienen un tamaño específico, depende de lo bien que se hayan calculado las estimaciones, fundamentales en la estrategia de apuestas. Por este motivo, los buenos apostadores tenderán a tener unas rachas más suavizadas que el resto. Para poder identificar una mala racha es necesario trabajar con perspectiva, ya que en el corto plazo es muy difícil identificar qué parte de la racha es debida al factor azar y qué parte se debe a errores propios.
- **Tendencia:** una situación muy común es comprobar que apostantes afirman que van a acertar un pronóstico por el simple hecho de estar sufriendo una mala racha y ya es el momento de empezar a ganar. Hay que tener en cuenta que no todas las malas rachas se producen de la misma manera: el *downing* (mala racha) probablemente contenga apuestas acertadas que mitiguen de alguna manera su impacto; el *upswing* (buena racha) haya durado más por lo que este último tenderá a ser más prolongado en el tiempo.
- **Frecuencia:** este factor puede hacer pensar a una persona que no tiene las habilidades suficientes o el factor de suerte necesario para ganar de forma consistente. Es muy importante comprender que estas rachas forman parte del mundo de las apuestas deportivas y que relativizar, seleccionando una muestra de un número determinado de apuestas, no ayudará, ya que lo importante es tener en cuenta la estrategia a largo plazo.

1.5. Perfil del apostante

Según un estudio realizado por Betfair.com, el 83% de los usuarios que realizan sus apuestas por Internet es España son hombres, frente a un 17% de mujeres. Expone que el 72% de los apostantes se encuentran entre los 20 y los 35 años, mientras que el 28% restante supera los 35 años.

Además, dos de cada tres usuarios están solteros, mientras que uno de cada tres está casado o tiene pareja. Únicamente un 15% tiene hijos. En cuanto a su lugar de residencia, la gran mayoría vive en grandes ciudades, un 78%, mientras que el 22% restante reside fuera de los grandes núcleos urbanos.

Desde el punto de vista de la frecuencia con la que realizan las apuestas deportivas, un 60% de los usuarios afirma jugar entre dos y cuatro veces por semana, mientras que un 30% únicamente apuesta una vez por semana. El 10% restante apuesta diariamente. Los días que más se apuesta son los fines de semana, siendo el horario nocturno el que más apuestas acumula.

Desde una perspectiva económica, el 70% de los usuarios posee un poder adquisitivo medio alto; un 20% afirma tener un nivel muy alto y tan sólo un 10% se corresponde con usuarios de renta baja.

Al tratarse de apuestas relacionadas con el deporte, un 90% afirma ser amante del deporte, aunque sólo un 60% lo practica habitualmente. El 10% restante apuesta sin ningún tipo de atracción en particular.

El perfil de los usuarios varía poco de un país a otro, aunque es cierto que existen ciertos aspectos variables. En España, los deportes que acumulan más apuestas son el fútbol y el tenis, con un 48% y 24%, respectivamente. Además, deportes como el baloncesto (11%) y el golf (9%) también cuentan con adeptos. En cambio, en países como Inglaterra y Australia, las carreras de caballos y el rugby acaparan más de la mitad de las apuestas locales.

1.6. Estudios

En este apartado expondremos una serie de estudios, todos ellos relacionados de alguna forma con el fútbol, los cuáles nos servirán de apoyo para el desarrollo de nuestro trabajo. Hemos elegido aquellos que entendemos como los más relevantes, entre los que se encuentran la ventaja de jugar como equipo local, la forma óptima de lanzar un penalti o de cómo afecta al comportamiento de un equipo y al desarrollo de un partido la expulsión de un jugador. Todos estos artículos nos ayudarán para desarrollar nuestro trabajo, ya que nos explican diferentes técnicas estadísticas.

Un efecto que ha sido ampliamente investigado [1] es la ventaja del equipo local. En este factor se ven involucrados diferentes efectos:

- Efecto del público: es el más evidente. Hay que tener en cuenta su tamaño, intensidad y proximidad al terreno de juego.
- Efectos del viaje: la distancia puede influir en el rendimiento del equipo. Se ha comprobado que en los derbis, donde apenas existe desplazamiento, la ventaja del equipo local se ve reducida.
- Familiaridad: existen algunas evidencias de que la familiaridad (se ve afectada por las condiciones climatológicas) tiene un efecto favorecedor en el equipo local. La pérdida de este factor se puede explicar por un cambio de estadio o situación similar.
- Predisposición del árbitro: hay evidencias de que las decisiones arbitrales favorecen al equipo local. Sin embargo, hay que tener cuidado con la interpretación de estos resultados; la razón por la aparente parcialidad del árbitro se piensa que puede ser una consecuencia de la presión del público.
- Territorialidad: los seres humanos responden ante una invasión (real o ficticia) de su territorio y parece razonable suponer que puede ser un factor.
- Tácticas especiales: los equipos que juegan en casa y fuera pueden adoptar tácticas muy diferentes. Si el equipo visitante adopta una postura más defensiva, eso puede ser tomado por el equipo local como una ventaja psicológica. No hay evidencias significativas de este efecto.

- Factores de juego: aunque el fútbol es un deporte simple, en las últimas dos décadas ha experimentado importantes cambios en las reglas (como son los tres puntos por victoria en vez de dos).
- Factores psicológicos: desde que los jugadores y entrenadores conocen el efecto de jugar en casa, su actitud antes y durante el mismo se ve afectada. Aunque hay verdaderas razones para creer en dicha ventaja, estas razones se basan únicamente en la creencia de los jugadores.
- Otras consideraciones: aunque existen diferentes formas de cuantificar la ventaja del equipo local, la habilidad del equipo ha sido reconocida como un factor que afecta a la magnitud de la misma. Existen diferencias significativas de esta ventaja entre países.

Otro estudio [2] expone las diferencias que existen entre los equipos de la primera división de la Liga Inglesa. Al finalizar la temporada, los equipos punteros se enriquecen, mientras que los tres últimos son relegados a bajar una división. Además de descender, pierden patrocinadores, lo que les supone no poder afrontar los salarios de sus jugadores. Todos los equipos reciben millones de sus patrocinadores; en concreto reciben 900 millones de los derechos de televisión, los cuáles son divididos de forma proporcional de acuerdo a la clasificación final de cada equipo. Además, a los primeros clasificados se les incluye en las competiciones europeas, por las que también recibirán dinero.

El comportamiento de los equipos de fútbol puede ser analizado observando 5 variables: ocasiones de gol, pases, defensa, *crossing* y disciplina. La recogida de los datos se hace a través de PA Sport-Actim. Se realizan varios métodos analíticos para modelar el comportamiento de un club, más específicamente:

- Una regresión lineal múltiple para ver si es posible identificar acciones que formen un modelo estadísticamente significativo.
- Separar mediante un modelo de regresión, acciones individuales que sean examinadas para ver cuales suponen una importante diferencia entre los cuatro mejores, los peores y el resto, usando análisis de variante (ANOVA).

Un repaso de las 24 acciones pertenecientes a las 5 familias revela pares superpuestos o medias redundantes; cada equipo juega 38 partidos, el número de goles marcados y la ventaja por partido dan la misma información. De esta forma las 24 variables se reducen a 17 variables independientes. El modelo de regresión múltiple se llevará a cabo sobre ellas. Aunque el modelo es estadísticamente significativo, solo una variable independiente hace una contribución estadísticamente significativa: promedio de goles concedidos por partido.

Mediante la técnica “*Backward elimination in stepwise regression*” se eliminan variables no significativas, quedando únicamente 6 acciones estadísticamente significativas: tanto por ciento de goles de disparo, tanto por ciento de goles marcados desde fuera del área, ratio de pases en corto-largo, total crosses, promedio de goles concedidos por partido, tarjetas amarillas. Se utiliza el ANOVA para diferenciar entre:

- Los cuatro mejores equipos.
- Los tres que bajan más el cuarto peor equipo.
- Los doce equipos restantes.

Con este procedimiento se pueden identificar aquellas variables que pueden no ser estadísticamente significativas, pero son factores que establecen diferencias entre los 3 subgrupos.

En el mundo del fútbol, los penaltis siempre han tenido gran importancia. Son un motivo de excitación, presión y miedo. Un estudio [3] analiza la posibilidad de crear un perfil de lanzador óptimo. Muchos entrenadores afirman que entrenarlos es una pérdida de tiempo, ya que no es posible crear esa presión de forma artificial. Tiene en cuenta el comportamiento de los lanzadores y de los porteros que forman parte de las finales de los Mundiales y de la Champions League. Se analizaron 129 penaltis, de los cuáles se consideró: el tiempo para preparar el disparo, el número de pasos, la salida hacia el balón, etc. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- 20% parados, 7% fallados y 73% acertados.
- El 25% de los que se tiran con mayor potencia son parados.
- Los lanzamientos con altura no son parados, pero el 18% se fallan.
- En todos los casos, el portero se mueve antes de que la pelota sea golpeada.

- Sólo hay un pequeño estudio, pero se observa que los porteros que dan un paso hacia delante mientras el lanzador emprende los pasos tienen mejores porcentajes de paradas.

El lanzador debe tomar diferentes decisiones, como la superficie con la que golpear el balón, el número de pasos, la fuerza, la dirección. Desde el punto de vista de la fuerza, se observó que alrededor del 75% son golpeados con la máxima potencia (es el lanzamiento más eficiente). Los lanzamientos con poca potencia son poco efectivos (tan sólo un 47% son acertados). El mensaje es claro: si los jugadores pudieran perfeccionar su precisión en el golpeo, conseguirían más goles. Desde el punto de vista de la forma de acercarse al balón, se observa que el mayor porcentaje de penaltis acertados se consigue con una velocidad media de aproximación al balón. Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

- El 25% de los parados suceden porque el jugador aplicó una fuerza del 50% ó 75%.
- No hay diferencias entre zurdos y diestros.
- Penaltis acertados con 4, 5 y 6 pasos.
- El portero se mueve sobre la línea antes del lanzamiento.
- Los porteros que dan un paso hacia delante cuando el lanzador se aproxima al balón tienen mejor porcentaje de paradas y fallados.

El hecho de que un equipo se quede con un jugador menos también ha sido ampliamente estudiado. Este problema ya lo abordó Ridder et al [4] usando datos de tres temporadas de la liga holandesa. Su estudio concluía que el incremento de goles para el equipo beneficiado por la expulsión era estadísticamente significativo, pero no observó un descenso significativo en los goles marcados por el equipo perjudicado. Un estudio más reciente es el de Bar-Eli et al [5]. Usaron datos de 41 temporadas de la liga alemana para estudiar el efecto psicológico. Mostraron que la tarjeta roja reducía las ocasiones de gol del equipo penalizado e incrementaba las del equipo beneficiado. En otro artículo [6] se muestra un descenso significativo del número de goles marcados por el equipo penalizado en contraste con el estudio de Ridder et al [4], pero está en consonancia con el de Bar-Eli et al [5]. También muestra que la tarjeta roja incrementa insignificamente el número de goles del beneficiado. Los datos utilizados se recogen

de los equipos punteros internacionales que jugaron en el último Mundial y en la última Eurocopa (mientras que los otros estudios usaban sólo ligas nacionales donde la dinámica de los partidos pueden ser levemente distintos). Si el equipo más fuerte es penalizado, el marcador total se verá decrementado. Si el equipo débil es penalizado, el marcador total se mantendrá o incrementará. El descenso del ratio total de goles es más acentuado cuando el equipo más fuerte es penalizado cuando se compara con el incremento cuando el débil es penalizado. También determina cuándo es óptimo obtener una tarjeta roja para prevenir una posible oportunidad de gol. El objetivo es no perder el partido en el tiempo añadido. Es óptimo cuando el rival tiene $> 57.5\%$ de meter gol. Si hay un penalti, el instante óptimo es después del minuto 51. La conclusión final es que cuando un equipo recibe una tarjeta roja, su intensidad para marcar goles se reduce $2/3$ respecto al original, y el incremento del equipo beneficiado es de $5/4$.

En la gran mayoría de los estudios se utilizan diferentes técnicas estadísticas, las cuáles utilizan principalmente modelos lineales. La utilidad de los modelos no lineales para pronosticar variables ha sido investigada desde hace 20 años. En [7] se amplía la literatura sobre la eficiencia en los mercados, evaluando el comportamiento estadístico y económico de una nueva clase de modelos de regresión, llamados *Support Vector Machines (SVM)*, teniendo en cuenta los resultados de partidos europeos y considerando las *odds*¹ de 5 *bookmakers*² del Reino Unido. Los resultados son comparados mediante una aproximación basada en una regresión de Poisson. Chen et al [8] fue el primero en emplear estas técnicas para predecir los resultados de carreras de galgos. Adoptó un algoritmo de decisión en forma de árbol con una red neuronal artificial (ANN) y comprobó su comportamiento con las predicciones de especialistas. Johansson and Sonshod [9] usaron una aproximación ANN similar para las carreras de galgos y eran capaces de conseguir retornos positivos. El modelo de Poisson es una suposición natural. Nos centramos en sucesos que se pueden contar, como el número de goles marcados por un equipo en un partido. La metodología SVM es similar a la usada en ANN. Como ocurre en el caso del modelo de Poisson, se estiman por separado 2 modelos SVM, uno por cada equipo. La base de datos contiene resultados de los partidos de la Premier League 2005-2006 y 2006-2007, con un total de 750 muestras. Se observa que existe una clara no linealidad entre las *odds*. Se ve que cuando hay un

¹ Odds: cuotas

² Bookmakers: casas de apuestas

claro favorito las *odds* se convierten en la mejor predicción. Hay 3 agrupaciones de *odds*: el primer grupo contiene partidos en los que el equipo local es el favorito y contiene altas *odds* para el equipo visitante; el segundo, partidos donde no hay un claro favorito; el tercer y último grupo contiene partidos donde el visitante es el equipo favorito y las *odds* del local son altas. Existe correlación entre las *odds* de las diferentes casas de apuestas.

Conclusiones: este artículo examina la eficiencia de los mercados de apuestas deportivas en el Reino Unido, usando *odds* de 5 *bookmakers*. El análisis descriptivo preliminar demostró que los regresores basados en las *odds* son probablemente más dependientes no linealmente, no sólo entre ellas sino también con los resultados. Aunque los tests sugieren que las comprobaciones se realicen mediante modelos de Poisson, estos modelos tienen un comportamiento peor cuando son comparados con SVM. SVM es ligeramente mejor en términos de “*out of sample*” y mucho mejor en términos de ganancias positivas.

Sobre los eventos deportivos se aplican multitud de técnicas estadísticas, bien para obtener una estrategia de apuestas o para perfeccionar una ya existente. A veces, los modelos son desarrollados para probar la imparcialidad de las reglas del juego o las estructuras de las competiciones, tales como ligas y copas. Frecuentemente los eventos deportivos dan una nueva aplicación de los desarrollos estadísticos recientes. Un artículo [10] propuso desarrollar un conocimiento del proceso de marcar un gol y obtener la estimación de la probabilidad de un resultado, sobre el que se podrá apostar. Se recogen los goles, pero también se anota el minuto en los que se marcaron, la posición de equipo, etc. Se recolectan 10409 goles, de 4012 partidos de liga y copa entre 1993 y 1996. Con el objetivo de desarrollar un modelo que pueda obtener estimaciones para un partido, se requieren varios rasgos. El modelo debería tener en cuenta las habilidades de ambos equipos, además de la ventaja de jugar como equipo local. La habilidad de un equipo debe ser modelada a partir de su comportamiento más reciente. El modelo debería ser lo suficientemente flexible para que el marcador o la intensidad dentro de un partido puedan variar con el tiempo. Con todo ello, se pretende perfeccionar el modelo de Maher [11]. Concluyó que existen dos efectos: mayor posibilidad de meter gol, quizás debido a los errores del contrario (cansancio acumulado) y una variación debida a la dependencia del marcador actual.

Otro estudio [12] lleva a cabo un análisis orientado a descubrir ineficiencias obvias en los mercados de apuestas deportivas. En un mercado eficiente, los precios reflejan completamente cualquier información relevante. Las anomalías tienden a desaparecer con el paso del tiempo. Pope and Peel [13] concluyeron que apostar a favoritos sería beneficioso en las temporadas 1981-1982 y 1992-1993. Forrest, Goddard and Simmons [14] probaron un modelo estadístico para predecir resultados de partidos en 1998-2003, y encontraron que los buenos resultados sólo se dieron en los primeros años. Las apuestas más populares en el mundo son: total de goles mayor de 2 ó por debajo de 3 goles. Los datos utilizados para este estudio se extraen de 33000 partidos. Se observa que el mercado subestima la probabilidad de que en un partido se den menos de 3 goles. Apostar sobre el evento “por debajo de x goles” da un rendimiento similar a apostar “por encima de x goles”. Existen diferencias entre países. De este modo, en países como Grecia o Francia se obtienen ganancias al apostar sobre el evento “por debajo de”. En el resto de países del estudio, apostar sobre el evento “por debajo de” da rendimientos negativos. Las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

- La probabilidad de que se dé el evento “por debajo de x goles” es subestimada por el mercado.
- Se observa que el rendimiento observado no es homogéneo a lo largo del tiempo. Es más beneficioso en los primeros años.
- El mercado se va haciendo eficiente, porque corrige sus *odds*.
- La ineficiencia es un estado temporal en mercados y además no debería ser considerado como algo regular.

En la mayoría de los estudios no se considera el valor de la interacción del oponente. Además, usan datos unidimensionales, los cuales son incapaces de describir diferentes dimensiones del desarrollo de un partido. En el presente estudio [15] se tiene en cuenta esta interacción. La interacción del oponente incluye varias dimensiones del desarrollo del partido, tanto temporales como espaciales, cuyas medidas son difíciles de obtener. La base de datos está formada por vídeos de 163 partidos disputados en la liga noruega en 2004. Catorce equipos, mediante *Round Robin*, dan lugar a 26 partidos por equipo. Un entrenador y un investigador experimentados en análisis de comportamiento y un entrenador y estudiante avanzados realizan el análisis. El estudiante se somete a un período de entrenamiento intensivo de 4 semanas en análisis de comportamiento de

partidos. Los 2 observadores analizan el ejemplo para probar la fiabilidad inter-observador, y uno de ellos repetirá el análisis 3 semanas después para probar la fiabilidad intra-observador. La posesión del equipo fue usada como unidad básica de análisis. Se utilizan 22 variables, cada una de ellas con varias categorías (entre 3 y 7). Esta estructura caracteriza: posesión de balón, tipo de ataque, zona de ataque, presión defensiva, posición defensiva, etc. Representa una herramienta potencialmente valiosa para realizar valoraciones fiables del comportamiento de un equipo.

Capítulo 2

Modelo

Índice del capítulo

2.1. Introducción

2.1.1. Introducción

2.1.2. Características generales

2.1.3. Justificación

2.2. Desarrollo

2.2.1. Base de datos

2.2.2. Inferencia

2.2.3. Probabilidades

2.2.4. Odds

2.2.5. Kelly

2.1. Introducción

En este capítulo nos vamos a centrar en el desarrollo del modelo elegido, el cuál justificaremos previamente y explicaremos las principales características.

2.1.1. Introducción

En el Reino Unido las apuestas deportivas forman parte de una larga tradición. Recientemente, se ha introducido un tipo de apuestas, las apuestas fijas, que están siendo cada vez más populares. Los corredores de apuestas ofrecen probabilidades de resultados de partidos. Estas probabilidades se basan en ganar en casa, ganar fuera y empatar. Además, existen apuestas más complicadas que se basan en acertar el resultado en el descanso o en el partido completo. El desafío de hacer apuestas es encontrar apuestas más certeras, en las que consideramos que la probabilidad de que ocurran es más precisa que la determinada por los *bookmakers*, dando un retorno positivo. Por lo tanto, un modelo estadístico capaz de predecir probabilidades de que se den ciertos resultados tiene potencial para formar una estrategia de apuestas rentable.

Para una estrategia de apuestas, las probabilidades deben ser estimadas sobre una base específica del equipo; se pueden calcular las probabilidades de varios resultados de partidos entre 2 equipos específicos en una fecha particular. La resolución se encuadra dentro del Modelo de Maher [11]. Este modelo asume distribuciones independientes de Poisson para el número de goles marcados por el equipo de casa y el visitante. Siempre hay que intentar hacer mejores estimaciones que el *bookmaker*, por lo que tenemos que modificar y mejorar el modelo base. Estas modificaciones consideran el rendimiento variante de los equipos a lo largo del tiempo.

Una consecuencia de estas modificaciones es que una ecuación simple para estimar la máxima verosimilitud no es suficiente, pero a pesar de la alta dimensionalidad del modelo, el estimador de máxima verosimilitud es numéricamente realizable.

Del modelo ajustado, las probabilidades de los resultados de cada partido son calculadas y comparadas con la del *bookmaker*. Las estrategias de apuestas, usando datos históricos, deben mostrarnos un retorno positivo.

Revisando las distintas propuestas, existen diferentes estudios sobre la metodología estadística a utilizar. Los diferentes modelos estadísticos se centran en el número de goles:

- Moroney [16]: descubrió que, aunque con el modelo de Poisson se obtenían buenos resultados, era mejor usar distribuciones binomiales negativas.
- Hill [17]: aplicó un simple test comparativo para la liga hecha con predicciones de expertos y demostró la existencia de una importante correlación.
- Fahrmeir [18]: más sofisticado que el modelo de Hill. Comparó datos ordenados y dependientes del tiempo. No es difícil predecir resultados a largo plazo, pero sí lo es predecir los resultados de partidos individuales.
- Barnett and Hilditch [19]: aplicó un test sin parámetros para ver si un terreno de juego artificial da ventaja al equipo de casa.
- Chedzoy [20]: investigó de qué forma influía el instante de juego en el que se marcaba un gol.
- Clarke and Norman [21]: analizó el efecto de jugar en casa.

Pero el único modelo que predice el resultado para cada partido específico es el Modelo de Maher [11]. Este modelo obtiene estimaciones de máxima probabilidad para los resultados de los equipos (en casa y fuera) con distribuciones independientes de Poisson, basándose en rendimientos previos de los respectivos equipos. Ésta es una de las principales razones por las que hemos elegido desarrollar este modelo.

2.1.2. Características generales

El modelo elegido consta de las siguientes características:

- Cada equipo se describe por un factor de ataque (cuántos goles mete) y un factor de defensa (cuántos goles recibe).
- Evolución temporal de dichos parámetros: un equipo puede atravesar por diferentes estados de forma a lo largo de una temporada. De esta forma, sus parámetros también variarán en la misma medida, por lo que, a la hora de realizar el estudio para un determinado instante de tiempo, tendremos más en cuenta los resultados más próximos. El modelado de estos factores lo

realizaremos a través de una función exponencial, ya que es la función que más se ajusta al comportamiento de los mismos.

- Efecto “factor casa”: se extrae del comportamiento de la liga inglesa, en la que sucede que aproximadamente el 46% de los partidos acaban con victoria del equipo que juega como local [10] [21]. Para tener en cuenta este efecto en el estudio, añadiremos un factor, únicamente en los equipos que jueguen en casa, con el fin de incrementar la probabilidad de victoria del equipo local. Este factor también está sujeto a una evolución temporal, al igual que los parámetros de ataque y defensa.
- Base Maher: el número de goles marcados por el equipo local y el visitante en un partido son variables independientes de Poisson. Además, estas variables están determinadas por los factores ofensivo y defensivo.

Consideramos estas premisas suficientes para realizar la estimación de las probabilidades.

2.1.3. Justificación

Hemos elegido este modelo por varios motivos:

- Base Maher: es el único modelo que permite predecir resultados de partidos específicos.
- Simplicidad: es uno de los modelos más sencillos relacionados con la predicción de resultados deportivos.
- Utiliza una base de datos de fácil acceso, como son los goles que cada equipo ha metido y ha encajado en cada jornada.

2.2. Desarrollo

El modelo se desarrolla de acuerdo al diagrama que presentamos a continuación:

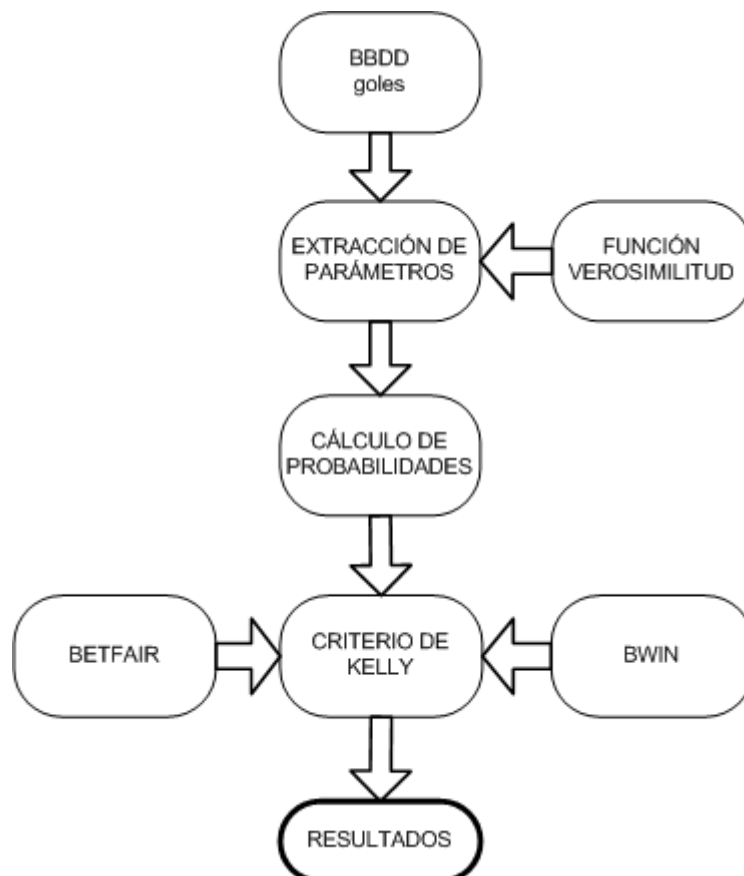


Figura 2.1. Esquema general del modelo

2.2.1. Base de datos

Existen diferentes variables que podemos tomar como base de datos: minutos en los que se marcan los goles, quiénes los marcan, posición del equipo en la liga cuando juega un determinado partido. Además, el rendimiento de cada equipo se ve afectado por factores externos, tales como la contratación de jugadores nuevos, despido del entrenador, lesiones, etc. Este tipo de información es más difícil de conseguir y más subjetiva.

Como ya indicamos, el primer objetivo de este trabajo es crear una base de datos que nos permita, posteriormente, estimar las diferentes probabilidades. El trabajo está centrado en la Primera División de la Liga Española, en el temporada 2010/2011. Esta liga está constituida por 20 equipos, y la duración de la misma es de 38 jornadas. Cada jornada se juegan 10 partidos, por lo que el total de partidos a lo largo de la temporada asciende a 380 enfrentamientos.

El trabajo lo empezamos a desarrollar a principios de 2011, por lo que a la hora de realizar los cálculos de los beneficios, sólo tendremos en cuenta las jornadas posteriores a la jornada 28. La siguiente tabla recoge los resultados de los 380 encuentros:

	Ath	Atl	Osa	Dep	Bar	Get	Mál	Rac	Esp	Mall	Rma	Hér	Zar	Sev	Spo	Lev	Alm	Val	Vill	Rso
Ath	-	1-2	1-0	1-2	1-3	3-0	1-1	2-1	2-1	3-0	0-3	3-0	2-1	2-0	3-0	3-2	1-0	1-2	0-1	2-1
Atl	0-2	-	3-0	2-0	1-2	2-0	0-3	0-0	2-3	3-0	1-2	2-1	1-0	2-2	4-0	4-1	1-1	1-2	3-1	3-0
Osa	1-2	2-3	-	0-0	0-3	0-0	3-0	3-1	4-0	1-1	1-0	3-0	0-0	3-2	1-0	1-1	0-0	1-0	1-0	3-1
Dep	2-1	0-1	0-0	-	0-4	2-2	3-0	2-0	3-0	2-1	0-0	1-0	0-0	3-3	1-1	0-1	0-2	0-2	1-0	2-1
Bar	2-1	3-0	2-0	0-0	-	2-1	4-1	3-0	2-0	1-1	5-0	0-2	1-0	5-0	1-0	2-1	3-1	2-1	3-1	5-0
Get	2-2	1-1	2-0	4-1	1-3	-	0-2	0-1	1-3	3-0	2-3	3-0	1-1	1-0	3-0	4-1	2-0	2-4	1-0	0-4
Mál	1-1	0-3	0-1	0-0	1-3	2-2	-	4-1	2-0	3-0	1-4	3-1	1-2	1-2	2-0	1-0	3-1	1-3	2-3	1-2
Rac	1-2	2-1	4-1	1-0	0-3	0-1	1-2	-	0-0	2-0	1-3	0-0	2-0	3-2	1-1	1-1	1-0	1-1	2-2	2-1
Esp	2-1	2-2	1-0	2-0	1-5	3-1	1-0	1-2	-	1-2	0-1	3-0	4-0	2-3	1-0	2-1	1-0	2-2	0-1	4-1
Mall	1-0	3-4	2-0	0-0	0-3	2-0	2-0	0-1	0-1	-	0-0	3-0	1-0	2-2	0-4	2-1	4-1	1-2	0-0	2-0
Rma	5-1	2-0	1-0	6-1	1-1	4-0	7-0	6-1	3-0	1-0	-	2-0	2-3	1-0	0-1	2-0	8-1	2-0	4-2	4-1
Hér	0-1	4-1	0-4	1-0	0-3	0-0	4-1	2-3	0-0	2-2	1-3	-	2-1	2-0	0-0	3-1	1-2	1-2	2-2	2-1
Zar	2-1	0-1	1-3	1-0	0-2	1-1	3-5	1-1	1-0	3-2	1-3	0-0	-	1-2	2-2	1-0	1-0	4-0	0-3	2-1
Sev	4-3	3-1	1-0	0-0	1-1	1-3	0-0	1-1	1-2	1-2	2-6	1-0	3-1	-	3-0	4-1	1-3	2-0	3-2	3-1
Spo	2-2	1-0	1-0	2-2	1-1	2-0	1-2	2-1	1-0	2-0	0-1	2-0	0-0	2-0	-	1-1	1-0	0-2	1-1	1-3
Lev	1-2	2-0	2-1	1-2	1-1	2-0	3-1	3-1	1-0	1-1	0-0	2-1	1-2	1-4	0-0	-	1-0	0-1	1-2	2-1
Alm	1-3	2-2	3-2	1-1	0-8	2-3	1-1	1-1	3-2	3-1	1-1	1-1	1-1	0-1	1-1	0-1	-	0-3	0-0	2-2
Val	2-1	1-1	3-3	2-0	0-1	2-0	4-3	1-0	2-1	1-2	3-6	2-0	1-1	0-1	0-0	0-0	2-1	-	5-0	3-0
Vill	4-1	2-0	4-2	1-0	0-1	2-1	1-1	2-0	4-0	3-1	1-3	1-0	1-0	1-0	1-1	0-1	2-0	1-1	-	2-1
Rso	2-0	2-4	1-0	3-0	2-1	1-1	0-2	1-0	1-0	1-0	1-2	1-3	2-1	2-3	2-1	1-1	2-0	1-2	1-0	-

Tabla 2.1. Resultados de la temporada

Consideramos esta tabla como la base de datos con la que desarrollaremos el modelo, ya que contiene los goles que cada equipo ha marcado y ha encajado en un determinado partido. Esto es lo que es realmente interesa, ya que la diferencia de goles no es un factor que nos sea relevante. De modo que separamos los datos en 2 matrices diferentes, cada una de ella asociada a los goles que cada equipo mete en casa y fuera.

- Goles en casa

	Ath	Atl	Osa	Dep	Bar	Get	Mál	Rac	Esp	Mall	Rma	Hér	Zar	Sev	Spo	Lev	Alm	Val	Vill	Rso
Ath	-	1	1	1	1	3	1	2	2	3	0	3	2	2	3	3	1	1	0	2
Atl	0	-	3	2	1	2	0	0	2	3	1	2	1	2	4	4	1	1	3	3
Osa	1	2	-	0	0	0	3	3	4	1	1	3	0	3	1	1	0	1	0	3
Dep	2	0	0	-	0	2	3	2	3	2	0	1	0	3	1	0	0	0	1	2
Bar	2	3	2	0	-	2	4	3	2	1	5	0	1	5	1	2	3	2	3	5
Get	2	1	2	4	1	-	0	0	1	3	2	3	1	1	3	4	2	2	1	0
Mál	1	0	0	0	0	0	-	4	2	3	1	3	1	1	2	1	3	1	2	1
Rac	0	2	4	1	0	0	1	-	0	2	1	0	2	3	1	1	1	1	2	2
Esp	2	2	1	2	1	3	1	1	-	1	0	3	4	0	1	2	1	2	0	4
Mall	1	0	2	0	0	2	2	0	0	-	0	3	1	2	0	2	4	1	0	2
Rma	5	2	1	6	1	4	7	6	3	1	-	2	2	1	0	2	0	2	4	4
Hér	0	4	0	1	0	0	4	2	0	2	1	-	2	2	0	3	1	1	2	2
Zar	2	0	1	1	0	2	3	1	1	3	1	0	-	1	2	1	1	4	0	2
Sev	4	3	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1	3	-	3	4	1	2	3	3
Spo	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	0	2	0	2	-	1	1	0	1	1
Lev	1	2	2	1	1	2	3	3	1	1	0	2	0	1	0	-	1	0	1	2
Alm	1	2	3	1	0	2	1	1	3	3	1	1	1	0	1	0	-	0	0	2
Val	2	1	3	2	0	2	4	1	2	1	3	2	1	0	0	0	2	-	5	3
Vill	4	2	4	1	0	2	1	2	4	3	1	1	1	1	1	0	2	1	-	2
Rso	2	2	1	3	2	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	-

Tabla 2.2. Goles en casa

- Goles fuera de casa

	Ath	Atl	Osa	Dep	Bar	Get	Mál	Rac	Esp	Mall	Rma	Hér	Zar	Sev	Spo	Lev	Alm	Val	Vill	Rso
Ath	-	2	2	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1	3	2	2	3	1	1	0
Atl	2	-	3	1	0	1	3	1	2	0	0	1	1	1	0	0	2	1	0	4
Osa	0	0	-	0	0	0	1	1	0	0	0	4	3	0	0	1	2	3	2	0
Dep	2	0	0	-	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0
Bar	3	2	3	4	-	3	0	3	5	3	1	3	2	1	1	1	8	1	1	1
Get	0	0	0	2	1	-	2	1	1	0	0	0	1	3	0	0	3	0	1	0
Mál	1	3	0	0	1	2	-	2	0	0	0	1	5	0	2	1	1	3	1	2
Rac	1	0	1	0	0	1	1	-	2	1	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0
Esp	1	3	0	0	0	3	0	0	-	1	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0
Mall	0	0	1	1	1	0	0	0	2	-	0	2	2	2	0	1	1	2	1	0
Rma	3	2	0	0	0	3	4	3	1	0	-	3	3	6	1	0	1	6	3	2
Hér	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0	1	1	0	0	3
Zar	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	1	-	1	0	0	1	1	0	1
Sev	0	2	2	3	0	0	2	2	0	2	0	0	2	-	0	4	1	1	0	3
Spo	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4	1	0	2	0	-	0	1	0	1	1
Lev	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	-	1	0	1	1
Alm	0	1	0	2	1	0	1	0	0	1	0	2	0	3	0	0	-	1	0	0
Val	2	2	0	0	1	4	3	1	2	2	0	2	0	0	2	1	3	-	1	2
Vill	1	1	0	0	1	0	3	2	1	0	2	2	3	2	1	2	0	0	-	0
Rso	1	0	1	1	0	4	2	1	1	0	1	1	1	1	3	1	2	0	1	-

Tabla 2.3. Goles fuera de casa

Estas matrices van a ser fundamentales para el cálculo de los parámetros de ataque y defensa, así como del factor “efecto casa”.

2.2.2. Inferencia

El objetivo principal de este apartado es el de conseguir, a partir de la base de datos, los parámetros de ataque y defensa de cada equipo. Para ello, nos basaremos en la consideración fundamental de Maher: el número de goles marcados por el equipo local y el visitante en un partido determinado son variables independientes de Poisson.

Una variable de tipo Poisson cuenta éxitos que ocurren en una región del espacio o del tiempo. El experimento que las genera debe cumplir las siguientes condiciones:

- El número de éxitos que ocurren en cada región del tiempo o del espacio es independiente de lo que ocurra en cualquier otro tiempo o espacio disjunto del anterior.
- La probabilidad de un éxito en un espacio o un tiempo pequeño es proporcional al tamaño de éste y no depende de lo que ocurra fuera de él.
- La probabilidad de encontrar uno o más éxitos en una región del tiempo o del espacio tiende a cero a medida que se reducen las dimensiones de la región en estudio.

Por estas condiciones, la distribución Poisson es la que mejor se asemeja al comportamiento de los goles dentro de un partido.

La función de probabilidad de una variable Poisson tiene la siguiente forma:

$$p(x, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad (2.1)$$

El parámetro de la distribución Poisson es λ . Tanto la media como la varianza son iguales a λ .

Ejemplo de una distribución de Poisson:

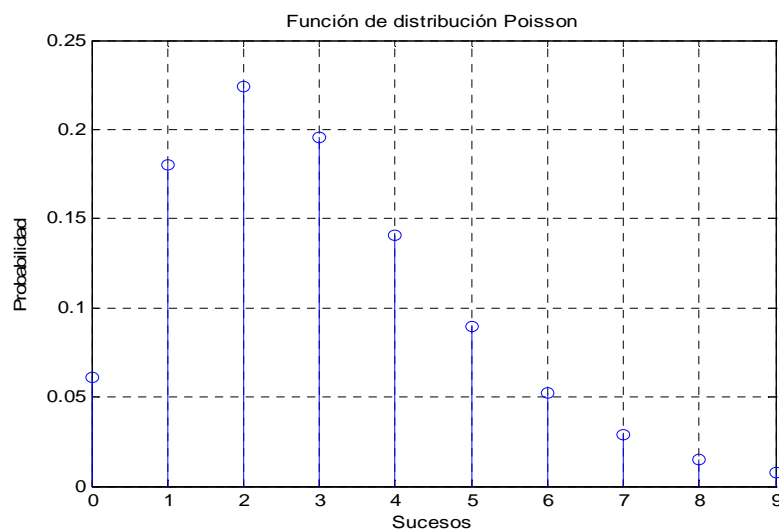


Figura 2.2. Función de distribución Poisson

Maher incluye en su modelo una separación entre el factor ataque y el factor defensa. Ambos factores hacen referencia al potencial que tiene un equipo para meter gol y para evitarlo, respectivamente. Estos parámetros afectan a la inferencia de la siguiente forma:

$$X_{ij} \sim \text{Poisson}(\alpha_i \beta_j \gamma) \quad (2.2)$$

$$Y_{ij} \sim \text{Poisson}(\alpha_j \beta_i) \quad (2.3)$$

Donde la variable X define el número de goles que mete el equipo local e Y define los goles que mete el equipo visitante; los subíndices i y j identifican al equipo que juega en casa y al visitante, respectivamente. Por otro lado, α y β identifican los parámetros de ataque y defensa de cada equipo. Además, podemos ver que el factor de casa, γ , sólo está presente en la variable Poisson del equipo local. Para evitar que el modelo tenga más parámetros de los deseados, imponemos la siguiente condición:

$$n^{-1} \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (2.4)$$

Nuestra principal herramienta de inferencia es la función de verosimilitud:

$$L(\alpha_i, \beta_j, \rho, \gamma; i = 1, \dots, n) = \prod_{k=1}^N \exp(-\lambda_k) \lambda_k^{x_k} \exp(-\mu_k) \mu_k^{y_k} \quad (2.5)$$

Siendo

$$\lambda_k = \alpha_{i(k)} \beta_{j(k)} \gamma \quad (2.6)$$

$$\mu_k = \alpha_{j(k)} \beta_{i(k)} \quad (2.7)$$

De esta forma, obtenemos un sistema de ecuaciones lineales cuyas raíces son las estimaciones de máxima verosimilitud. A pesar de la alta dimensionalidad del modelo, la ortogonalidad existente en muchas de las combinaciones lo convierten en algo sencillo.

Si obtuviésemos en este punto los parámetros de cada equipo, veríamos que son constantes, es decir, que no evolucionan a lo largo del tiempo. Ésta es una de las limitaciones del modelo y que no se asemeja con la realidad. El comportamiento de un equipo a lo largo de una temporada es dinámico. Además, una característica de este comportamiento es que se asemeja más a momentos recientes que a momentos lejanos.

Para obtener adecuadamente las estimaciones debemos tener en cuenta estas variaciones. En principio, este comportamiento podríamos modelarlo mediante un modelo estocástico, pero en vista de la alta dimensionalidad del modelo tomaremos una aproximación más sencilla de aplicar. Esta aproximación está basada en la distribución exponencial. Una variable exponencial le da más peso a momentos de tiempo recientes, considerando menos importantes aquellos más alejados de un momento determinado t . La forma de una exponencial es la siguiente:

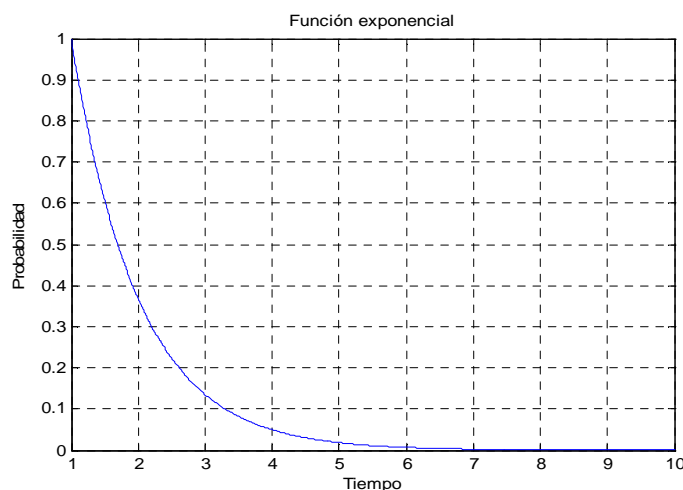


Figura 2.3. Exponencial

Por lo tanto, aprovechamos esta característica de las variables exponenciales para modelar la evolución de nuestros parámetros. Para ello, modificamos la función de verosimilitud de la siguiente forma:

$$L_t(\alpha_i, \beta_i, \rho, \gamma; i=1, \dots, n) = \prod_{k \in A_t}^N \left\{ \exp(-\lambda_k) \lambda_k^{x_k} \exp(-\mu_k) \mu_k^{x_k} \right\}^{\varphi(t-t_k)} \quad (2.8)$$

Podemos ver que aparece el término $\varphi(t-t_k)$, donde t_k es el instante de tiempo en el que fue jugado el partido k . La función $\varphi(t)$ tiene la siguiente forma:

$$\varphi(t) = \exp(-\varepsilon t) \quad (2.9)$$

Observamos que podemos modificar el parámetro ε . La optimización de la elección de ε es problemática, puesto que la ecuación anterior define una secuencia de probabilidades que no son independientes, mientras que requerimos ε tal que la capacidad global de predicción del modelo se maximice. Por lo tanto, un enfoque pragmático para su elección es el de maximizar la función de verosimilitud. El valor que maximiza dicha función es $\varepsilon = 0.0065$, obtenido por M. Dixon en sus estudios sobre la Premier League en los años 1995 y 1996. Otra posible función $\varphi(t)$ sería la siguiente:

$$\varphi(t) = \begin{cases} 1 & t \leq t_0 \\ 0 & t > t_0 \end{cases} \quad (2.10)$$

Esta posibilidad tiene un inconveniente: da el mismo peso a resultados lejanos que a próximos, por lo que no modela la evolución del rendimiento del equipo a lo largo de la temporada.

Por lo tanto, vamos a realizar la maximización de la ecuación 2.8 utilizando la función con $\varepsilon = 0.0065$.

Los parámetros obtenidos aparecen en la siguiente tabla.

	Jornada 28	Jornada 29	Jornada 30	Jornada 31	Jornada 32	Jornada 33	Jornada 34	Jornada 35	Jornada 36	Jornada 37	Jornada 38
Ath.Bilbao	1,2708	1,2542	1,2239	1,2335	1,1926	1,1765	1,1327	1,1287	1,1685	1,1614	1,116
	1,1318	1,116	1,1292	1,105	1,0867	1,0448	1,044	1,0547	1,0494	1,0952	1,091
Atlético de Madrid	1,1185	1,1071	1,0973	1,1054	1,1863	1,18	1,2083	1,2018	1,1626	1,1529	1,1393
	0,9974	1,031	1,0474	1,0443	1,0384	1,1016	1,1048	1,056	1,045	1,0294	1,0277
Osasuna	0,8036	0,8625	0,865	0,8601	0,8566	0,8115	0,8166	0,8686	0,8596	0,8577	0,8562
	0,9746	0,9803	0,9322	0,9389	0,9198	0,9095	0,9334	0,9331	0,9058	0,8984	0,892
Deportivo	0,6039	0,6092	0,6346	0,6489	0,6364	0,6382	0,6398	0,5947	0,5916	0,6417	0,6403
	0,9281	0,9229	0,9346	0,9424	0,8626	0,8543	0,8399	0,8345	0,8699	0,8651	0,8635
Barcelona	1,5888	1,5835	1,6095	1,6206	1,7366	1,718	1,7414	1,7401	1,7865	1,7753	1,7732
	0,402	0,3916	0,3998	0,3973	0,3927	0,3643	0,3661	0,3935	0,3915	0,4169	0,4159
Getafe	0,9087	0,8925	0,8997	0,9042	0,9045	0,9278	0,931	0,926	0,9612	0,9541	0,9473
	1,1142	1,1064	1,1429	1,1458	1,1507	1,1458	1,1373	1,1036	1,0962	1,1233	1,1217
Málaga	1,1301	1,1155	1,0984	1,1001	1,0105	1,0171	1,0198	1,0381	1,0286	1,062	1,0585
	1,4459	1,4013	1,4148	1,4229	1,4019	1,3882	1,3656	1,3622	1,3271	1,3175	1,2719
Racing	0,8658	0,8631	0,8586	0,8636	0,8423	0,8353	0,8111	0,8308	0,8245	0,8142	0,8134
	1,0286	1,0718	1,0835	1,0572	1,0383	1,0359	1,0358	1,0338	1,0287	1,0196	1,0457
Espanyol	0,8171	0,8249	0,8325	0,7982	0,7867	0,8528	0,8554	0,8726	0,8685	0,8834	0,8804
	1,0943	1,0968	1,0772	1,0822	1,015	1,0089	0,9951	0,9928	1,041	1,0333	1,0084
Mallorca	0,7653	0,7641	0,7991	0,8061	0,8442	0,8392	0,8302	0,8262	0,798	0,79	0,7917
	0,9416	0,9384	0,9493	0,9664	0,9479	0,9496	0,9505	0,9715	0,9635	0,9558	1,006
Real Madrid	2,0731	2,0119	2,0515	1,9755	1,9666	1,9218	1,9295	1,9067	1,8954	1,9151	1,9166
	0,6885	0,6803	0,655	0,6604	0,6237	0,6163	0,646	0,6419	0,6388	0,6344	0,6635
Hércules	0,912	0,9074	0,8507	0,8499	0,7667	0,7634	0,7478	0,7468	0,74	0,738	0,7365
	1,2449	1,1869	1,1989	1,1892	1,1709	1,1726	1,1768	1,1936	1,1833	1,1729	1,1592
Zaragoza	0,7008	0,7978	0,8102	0,8197	0,8286	0,8213	0,8042	0,8013	0,7752	0,7687	0,7438
	0,9685	0,9622	1,0153	1,0789	1,0656	1,0874	1,091	1,076	1,0666	1,0683	1,0648
Sevilla	1,0753	1,0685	1,0734	1,138	1,1379	1,1283	1,1395	1,1371	1,1323	1,1229	1,1744
	1,1992	1,2036	1,1131	1,1208	1,1514	1,1734	1,1787	1,2014	1,1923	1,1914	1,1932
Sporting	0,6711	0,6706	0,6758	0,6752	0,6441	0,6412	0,6258	0,6233	0,6564	0,6522	0,6791
	0,8808	0,8572	0,869	0,7762	0,7584	0,8355	0,8371	0,8152	0,8106	0,8445	0,8445
Levante	0,8362	0,8229	0,8396	0,8402	0,8289	0,8372	0,8416	0,8193	0,8154	0,836	0,8325
	0,9642	0,9609	0,9767	0,9852	0,9761	0,9665	0,9935	0,9898	1,0332	1,025	0,9724
Almería	0,6798	0,7179	0,723	0,6977	0,702	0,6802	0,6826	0,7034	0,6984	0,6544	0,7058
	1,1626	1,1645	1,1858	1,1872	1,3354	1,3206	1,3052	1,3001	1,3339	1,3224	1,3243
Valencia	1,2447	1,25	1,1546	1,1651	1,2448	1,2326	1,2597	1,2587	1,2759	1,2666	1,2123
	0,7698	0,8718	0,8797	0,8811	0,8742	0,8526	0,8576	0,9061	0,9005	0,918	0,9144
Villarreal	1,0475	1,0327	1,0476	1,0567	1,0484	1,0648	1,0698	1,0396	1,0318	1,0208	1,0485
	0,8639	0,8659	0,8206	0,8293	0,9157	0,9053	0,9159	0,9155	0,8852	0,8411	0,841
Real Sociedad	0,8869	0,8384	0,8551	0,841	0,8352	0,9127	0,9136	0,936	0,9296	0,9325	0,9342
	1,1992	1,1902	1,1751	1,1893	1,2744	1,2666	1,2258	1,2247	1,2376	1,2276	1,2787
Factor casa (gamma)	1,6309	1,6379	1,6088	1,6085	1,6089	1,6124	1,6226	1,6184	1,6165	1,634	1,6267

Tabla 2.4. Parámetros ataque, defensa y factor casa

De una forma visual, observamos que los equipos más fuertes a priori, como son el Real Madrid o el F.C. Barcelona, tienen los factores de ataque más altos, y a su vez, los factores de defensa más bajos. Esto tiene sentido, ya que:

- Por un lado, si un equipo tiene un parámetro de ataque elevado, eso le supone que su probabilidad de meter un mayor número de goles también será elevada.
- Por otro lado, si un equipo tiene un factor de defensa bajo, va a hacer disminuir la probabilidad de meter goles del equipo al que se enfrente.

Por tanto, la probabilidad de meter goles de un determinado equipo es directamente proporcional tanto a su factor de ataque como al factor defensivo de su adversario.

Podemos apreciar, a modo de ejemplo, la evolución de los parámetros a lo largo de las jornadas del Real Madrid:

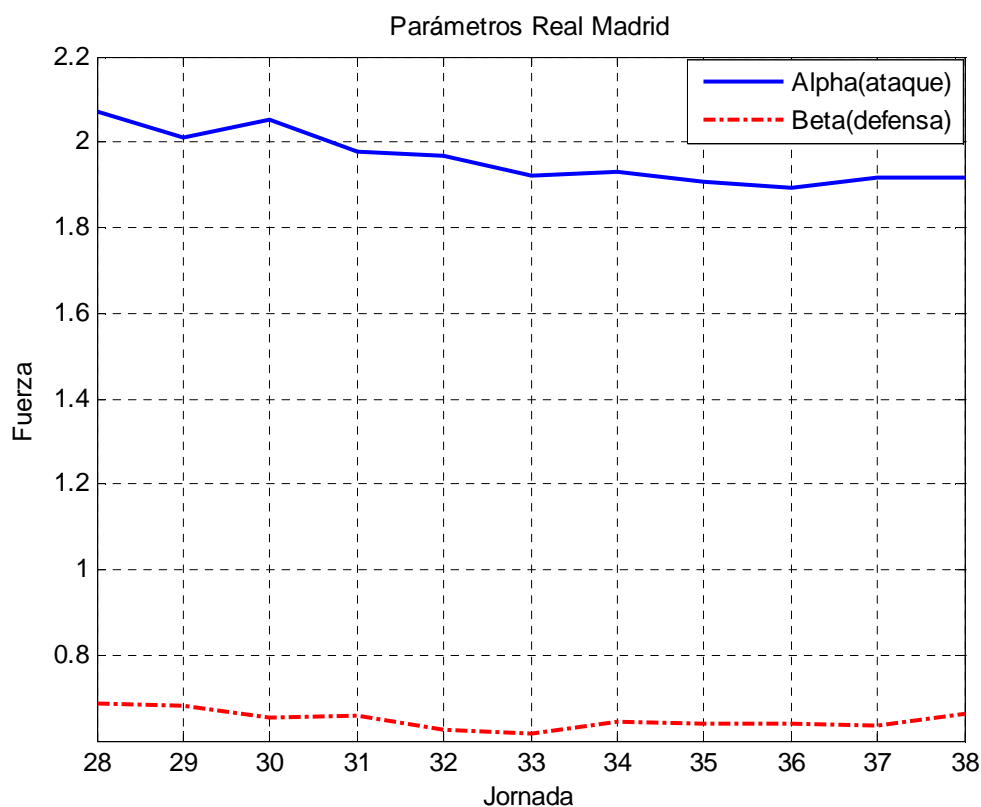


Figura 2.4. Evolución parámetros Real Madrid

Esta evolución puede tener su explicación en diferentes motivos:

- Momento de forma del equipo.
- Cansancio acumulado por tratarse de la recta final de la temporada.
- Ausencia de jugadores importantes, ya sea por rotaciones (por decisión del entrenador) o por lesiones.

- Factor casa

Diferentes estudios [1] han demostrado que los equipos que juegan como local se benefician de los efectos derivados del factor casa. Baste como ejemplo la cantidad de partidos que ganan jugando como equipo local y cuando juegan como equipo visitante.

	% partidos ganados en casa	% partidos ganados fuera
Ath.Bilbao	0,632	0,316
Atl.Madrid	0,526	0,368
Osasuna	0,474	0,158
Deportivo	0,421	0,105
Barcelona	0,842	0,737
Getafe	0,474	0,158
Málaga	0,368	0,316
Racing	0,421	0,211
Espanyol	0,579	0,211
Mallorca	0,474	0,105
Real Madrid	0,842	0,684
Hércules	0,368	0,105
Zaragoza	0,474	0,158
Sevilla	0,526	0,368
Sporting	0,474	0,105
Levante	0,474	0,158
Almería	0,158	0,158
Valencia	0,526	0,579
Villarreal	0,684	0,263
Real Sociedad	0,579	0,158
Media	0,5158	0,285

Tabla 2.5. Porcentajes victorias en casa y fuera de casa

Por lo tanto, el parámetro γ introduce este efecto, favoreciendo al equipo de casa. Este parámetro ha de ser mayor que uno, ya que de esta forma incrementará la probabilidad de meter gol del equipo local.

Si bien es cierto que el parámetro “factor casa” lo aplicamos a todos los equipos por igual, no es tan cierto que el hecho de que un equipo juegue en casa afecte a todos por igual. Poniendo al Almería como ejemplo, podemos ver que ha conseguido las mismas victorias jugando como equipo local que como equipo visitante. Además, observamos a través de la siguiente tabla que jugando como local ha conseguido más derrotas que victorias.

Almería	1-3	2-2	3-2	1-1	0-8	2-3	1-1	1-1	3-2	3-1	1-1	1-1	1-1	0-1	1-1	0-1	0-3	0-0	2-2
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 2.6. Resultados del Almería en casa

Un caso más claro es el del Valencia, ya que es un equipo que ha ganado más partidos jugando como equipo visitante que como equipo local.

2.2.3. Probabilidades

El cálculo de los parámetros realizado en el apartado anterior es fundamental para la obtención de las probabilidades. Como se ve reflejado en la Tabla 2.4, cada equipo tiene unos parámetros diferentes en cada jornada, e incluso el parámetro γ cambia. Como ya indicamos en las ecuaciones (2.2) y (2.3), el número de goles que mete cada equipo lo modelamos mediante una variable Poisson, siendo i el equipo de casa y j el equipo visitante. De modo que podemos calcular la probabilidad de que un equipo i le meta x goles al equipo j . Los parámetros de cada equipo los tenemos en cuenta, como se observa en las ecuaciones (2.6) y (2.7), donde k indica el partido.

Tomamos como ejemplo el partido que enfrentó al Real Madrid y al F.C. Barcelona en la jornada número 32. Los parámetros son los siguientes:

	Ataque	Defensa	Factor casa
Real Madrid	1,9666	0,6237	1,6089
F.C.Barcelona	1,7366	0,3927	-

Tabla 2.7. Parámetros del partido Real Madrid – F. C. Barcelona

Sustituyendo en sus respectivas ecuaciones, queda:

$$\lambda = 1.9666 \cdot 0.3927 \cdot 1.6089 = 1.24$$

$$\mu = 1.7366 \cdot 0.6237 = 1.08$$

En resumen, los goles de ambos equipos en este partido son modelados de la siguiente forma:

$$X \sim \text{Poisson}(1.24)$$

$$Y \sim \text{Poisson}(1.08)$$

El siguiente paso es hallar las probabilidades de los distintos sucesos, es decir, de que cada equipo marque 0, 1, 2, ..., n goles. Para ello, necesitamos la función de probabilidad de la distribución Poisson:

$$p(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Donde

- λ se corresponde con λ o con μ , dependiendo si el cálculo es para obtener las probabilidades del equipo de casa o el visitante, respectivamente.
- k es el número de sucesos, es decir, el número de goles.

Siguiendo con el partido del ejemplo anterior, vamos a hallar las probabilidades de que el Real Madrid meta 0, 1, 2, 3, ..., n goles. Para ello, basta con ir sustituyendo $k = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ en la ecuación, manteniendo el parámetro $\lambda = 1.24$. Para obtener las probabilidades del F.C. Barcelona seguimos el mismo procedimiento, con la salvedad que en este caso el parámetro λ es sustituido por $\mu = 1.08$. Las probabilidades son las siguientes:

	0 goles	1 gol	2 goles	3 goles	4 goles	5 goles	6 goles	7 goles
Real Madrid	0.2887	0.3587	0.2228	0.0923	0.0287	0.0071	0.0015	0.0003
F.C.Barcelona	0.3385	0.3667	0.1986	0.0717	0.0194	0.0042	0.0008	0.0001

Tabla 2.8. Probabilidades del partido Real Madrid – F.C. Barcelona

Para obtener la probabilidad de que se dé un resultado determinado, tenemos que tener en cuenta una característica fundamental: ambas variables Poisson son independientes. Esto significa que para obtener las probabilidades de los resultados basta con multiplicar las probabilidades de que cada equipo meta un determinado número de goles, es decir:

Goles casa / Goles visitante	0	1	2	3	...	n
0	P_{00}	P_{01}	P_{02}	P_{03}	...	P_{0n}
1	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	...	P_{1n}
2	P_{20}	P_{21}	P_{22}	P_{23}	...	P_{2n}
3	P_{30}	P_{31}	P_{32}	P_{33}	...	P_{3n}
...
n	P_{n0}	P_{n1}	P_{n2}	P_{n3}	...	P_{nn}

Tabla 2.9. Matriz probabilidades I

Siendo el valor de cada celda P_{ij} , de modo que es el resultado de multiplicar la probabilidad de que el equipo de casa meta i goles por la probabilidad de que el equipo visitante meta j goles. Basándonos en el ejemplo, la tabla se rellena de la siguiente forma:

Goles casa / Goles visitante	0	1	2	3	...
0	$0.2827 * 0.3385$	$0.2827 * 0.3667$	$0.2827 * 0.1986$	$0.2827 * 0.0717$...
1	$0.3587 * 0.3385$	$0.3587 * 0.3667$	$0.3587 * 0.1986$	$0.3587 * 0.0717$...
2	$0.2228 * 0.3385$	$0.2228 * 0.3667$	$0.2228 * 0.1986$	$0.2228 * 0.0717$...
3	$0.0923 * 0.3385$	$0.0923 * 0.3667$	$0.0923 * 0.3385$	$0.0923 * 0.0717$...
...

Tabla 2.10 Matriz probabilidades II

Obteniendo como resultado final:

Goles casa / Goles visitante	0	1	2	3	...
0	0,09569395	0,10366609	0,05614422	0,02026959	...
1	0,12141995	0,13153529	0,07123782	0,02571879	...
2	0,0754178	0,08170076	0,04424808	0,01597476	...
3	0,03124355	0,03384641	0,01833078	0,00661791	...
...

Tabla 2.11. Matriz probabilidades III

Por ejemplo, la probabilidad de que se dé como resultado el 1-0 es $P_{10} = 0.12$.

En nuestro caso, lo que nos interesan son 3 sucesos: probabilidad de ganar en casa, probabilidad de ganar fuera y empatar. Estas probabilidades se obtienen a través del siguiente procedimiento:

- La probabilidad de ganar en casa la obtenemos sumando todos los resultados que queden por debajo de la diagonal principal.
- La probabilidad de ganar fuera la obtenemos sumando todos los resultados que queden por encima de la diagonal principal.
- La probabilidad de empate la obtenemos sumando todos los resultados de la diagonal principal.

La siguiente tabla ilustra el procedimiento:

Goles casa / Goles visitante	0	1	2	3	...
0	0,09569395	0,10366609	0,05614422	0,02026959	...
1	0,12141995	0,13153529	0,07123782	0,02571879	...
2	0,0754178	0,08170076	0,04424808	0,01597476	...
3	0,03124355	0,03384641	0,01833078	0,00661791	...
...

Tabla 2.12. Matriz probabilidades IV

Por lo tanto, las probabilidades asociadas al partido Real Madrid – F.C.Barcelona, disputado en la jornada número 32, son las siguientes:

- Probabilidad de victoria del Real Madrid = 0.40
- Probabilidad de victoria F.C.Barcelona = 0.32
- Probabilidad de empate = 0.28

2.2.4. Odds

Una vez que hemos estimado la probabilidad de que se dé un determinado resultado, es necesario obtener las probabilidades que ofrece cada casa de apuestas para realizar la comparación. Cada casa de apuestas estima de manera diferente estas

probabilidades, por lo que el retorno que cada una da es distinto. Por lo tanto, una forma para hallar las probabilidades de las casas de apuestas es a partir de las *odds*.

La *odd* de un determinado resultado no es más que el retorno que la casa de apuestas nos dará por cada euro apostado sobre dicho resultado. Para clarificar cualquier duda pondremos un ejemplo: las *odds* de Betfair correspondientes al partido de la jornada número 32, en el que se enfrentan el Real Madrid contra F.C.Barcelona, son las siguientes:

Real Madrid	X	F. C. Barcelona
2,9	3,7	2,56

Tabla 2.13. Odds Betfair partido Real Madrid – F. C. Barcelona

Si gana el Real Madrid, por cada euro de apuestas recibiríamos 2.9 euros; si pierde, 2.56; y si empata 3.7. Vamos a explicar el procedimiento para obtener las probabilidades a partir de las *odds*. En este desarrollo nos vamos a dar cuenta de que la casa de apuestas se queda con un porcentaje de la apuestas. Este tema lo abordaremos más adelante. La ecuación que relaciona cada *odd* con su probabilidad es la siguiente:

$$o_i = \frac{Q}{p_i} \quad (2.11)$$

Donde

- Q es el porcentaje que la casa de apuestas reparte.
- $p_1 + p_2 + p_3 = 1$
- p_i es la probabilidad de que ocurra el suceso i (siendo $i = 1$ la victoria del equipo de casa, $i = 2$ el empate e $i = 3$ la victoria del equipo visitante).

Desarrollando, nos queda un sistema de 4 ecuaciones con 4 incógnitas. Representado matricialmente queda de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} o_1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & o_2 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & o_3 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} o_1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & o_2 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & o_3 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Siguiendo con el ejemplo mostrado anteriormente, sustituimos las *odds* y resolvemos:

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.9 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 3.7 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2.56 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.34 \\ 0.27 \\ 0.39 \\ 0.99 \end{pmatrix}$$

Para comprobar que lo hemos hecho correctamente, la suma de las 3 probabilidades tiene que sumar 1.

- Factor Q

Es una de las grandes diferencias entre las diferentes casas de apuestas. El factor *Q* informa del porcentaje de apuestas que se va a repartir entre los acertantes, pudiendo extraer la comisión que se lleva la casa de apuestas en cada resultado. Lo veremos mejor con el ejemplo anterior. Las *odds* utilizadas pertenecen a Betfair, y nos devuelve una *Q*=0.99, lo que nos dice que Betfair se queda con un 0.57% de la apuesta. Al ser una casa de intercambio de apuestas y no un *bookmaker* se queda con una cantidad próxima

a cero. En cambio, hacemos el cálculo para el mismo partido con las *odds* de Bwin, que son las siguientes:

Real Madrid	X	F.C.Barcelona
2,8	3,5	2,3

Tabla 2.14. Odds Bwin partido Real Madrid – F. C. Barcelona

Haciendo el cálculo, obtenemos un valor de $Q=0.928$, por lo que Bwin se queda con un 7.2% de las apuesta. La diferencia es significativa con respecto a Betfair, ya que Bwin se cubre del riesgo.

2.2.5. Criterio de Kelly

El Criterio de Kelly fue ideado en 1956 por John L. Kelly [22] Su propósito era maximizar el crecimiento del *bankroll*³ a largo plazo determinando el *stake*⁴ óptimo para cada apuesta. Para su desarrollo se basó en la transmisión de símbolos a través de canales de comunicación. Si estos símbolos de entrada representan los posibles resultados de un evento, en este caso un partido de fútbol, en el que las apuestas sobre los mismos están disponibles (*odds*), un jugador puede utilizar su conocimiento sobre los símbolos de entrada para incrementar su *bankroll*. El crecimiento máximo viene determinado por la tasa de transmisión del canal. Por lo tanto, nos encontramos ante una situación en la que la velocidad de transmisión es importante. El teorema de Shannon le dio importancia, afirmando que con la codificación adecuada, dígitos binarios se podían transmitir a través del canal a esa tasa, con una pequeña probabilidad de error. Hay que tener en cuenta que el canal tiene asociado un ruido, por lo que la probabilidad de error es arbitraria.

El problema surge cuando no se utiliza una codificación adecuada. Es necesario fijar un valor que diga cuán malo es un canal cuando se transmite un par de símbolos. Este valor se denomina función de costes. De esta forma, se elegirá un sistema u otro en función de su coste promedio, siendo más deseable aquel que sea menor.

³ Se denomina *bankroll* a la cantidad de dinero que la que dispone un usuario para realizar las apuestas.

⁴ Se denomina *stake* a la cantidad de dinero que se apuesta según la confianza que un sujeto tiene en su apuesta.

Von Neumann muestra una manera de obtener una función de costes. En general, ésta dependerá de externalidades al sistema, por lo que su valor promedio no podrá ser identificado a través de las probabilidades que describen al sistema (tal y como definía Shannon). Es muy interesante el enfoque de la función de costes, ya que se puede extender a cualquier actividad humana. El rasgo distintivo de un sistema de comunicación es que el receptor final (pensado aquí como una persona) está en condiciones de beneficiarse de cualquier conocimiento de los símbolos de entrada o incluso de una mejor estimación de sus probabilidades. Por lo tanto, utilizará una función de costes que refleje esta característica.

Si aplicamos esto a nuestro caso, utilizaremos el conocimiento que tenemos sobre los símbolos recibidos en un canal de comunicación (probabilidades estimadas) con el fin de hacer apuestas rentables en la transmisión de símbolos.

El Criterio de Kelly [22] lo que realmente hace es comparar las probabilidades extraídas de las casas de apuestas y nuestras probabilidades estimadas. Mediante esta comparación extraeremos el *stake* óptimo para cada apuesta. Para poder aplicar el Criterio de Kelly necesitamos los siguientes datos:

- Nuestras probabilidades estimadas para cada resultado (victoria del equipo de casa, victoria del equipo visitante y empate).
- Las *odds* de la casa de apuestas para cada resultado.

Para explicarlo mejor, ilustraremos cada paso con el ejemplo del partido Real Madrid – F.C.Barcelona, cuyos datos son los siguientes:

	Real Madrid	X	F.C.Barcelona
Probabilidad estimada	0,3988	0,2807	0,3205
Odd	2,9	3,7	2,56

Tabla 2.15. Enfrentamiento Real Madrid – F.C. Barcelona

Con todo ello, el Criterio de Kelly consta de los siguientes pasos:

1. Multiplicación de cada probabilidad estimada por su *odd* correspondiente.

- Victoria Real Madrid: $0.3988 * 2.9 = 1.15652$
- Victoria F.C.Barcelona= $0.3205 * 2.56 = 0.82048$
- Empate: $0.2807 * 3.7 = 1.03859$

2. Ordenación de mayor a menor de los resultados del paso 1.

$$1.15652 > 1.03859 > 0.82048$$

3. Aplicar la ecuación 2.12 para los 2 sucesos que hayan obtenido mayor producto.

$$F_k = \frac{1 - p_i}{1 - \frac{1}{\alpha_i}} \quad (2.12)$$

Donde

- $k = 1, 2$.
- p_i se corresponde con cada una de nuestras probabilidades estimadas.
- α_i se corresponde con cada una de las *odds*.

Si lo aplicamos a nuestro ejemplo, queda:

$$F_1 = \frac{1 - p_1}{1 - \frac{1}{\alpha_1}} = \frac{1 - 0.3988}{1 - \frac{1}{2.9}} = \frac{0.6012}{0.6552} = 0.9176$$

$$F_2 = \frac{1 - p_1 - p_2}{1 - \frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1 - 0.3988 - 0.2807}{1 - \frac{1}{2.9} - \frac{1}{3.7}} = \frac{0.3205}{0.3849} = 0.8327$$

- Para el cálculo de F_1 hemos tenido en cuenta la probabilidad y la *odd* del suceso 1 (victoria del equipo de casa), ya que es el que ocupa la primera posición en el paso 2.

- Para el cálculo de F_2 hemos tenido en cuenta la probabilidad y la *odd* del suceso 2 (empate), ya que es el que ocupa la segunda posición en el paso 2.
- 4. Obtención del valor b : dicho valor se corresponde con el mínimo entre F_1 y F_2 .

$$b = \min(F_1, F_2) \quad (2.13)$$

Aplicado a nuestro ejemplo:

$$b = \min(0.9176, 0.8327) \rightarrow b = F_2 = 0.8327$$

- 5. Obtención de los *stakes*. Para ello, utilizamos las siguientes ecuaciones:

$$a_i = p_i - \frac{b}{\alpha_i} \quad (2.14)$$

Aplicado a nuestro ejemplo:

$$a_1 = p_1 - \frac{b}{\alpha_1} = 0.3988 - \frac{0.8327}{2.9} = 0.1117$$

$$a_2 = p_2 - \frac{b}{\alpha_2} = 0.2807 - \frac{0.8327}{3.7} = 0.0556$$

$$a_3 = 0$$

Por lo tanto, para este partido apostaremos 0.1117 de nuestro *bankroll* a la victoria del Real Madrid y un 0.0556 al empate. Con este sistema, el máximo de sucesos a apostar por cada partido es igual a 2. Nunca se dará un caso en el que se apuesta a las 3 posibilidades.

Como ya indicamos, el Criterio de Kelly consiste en apostar a aquellos resultados en los que nuestras probabilidades estimadas son mayores que las de las casas de apuestas. La siguiente gráfica refleja la comparativa entre ambas:

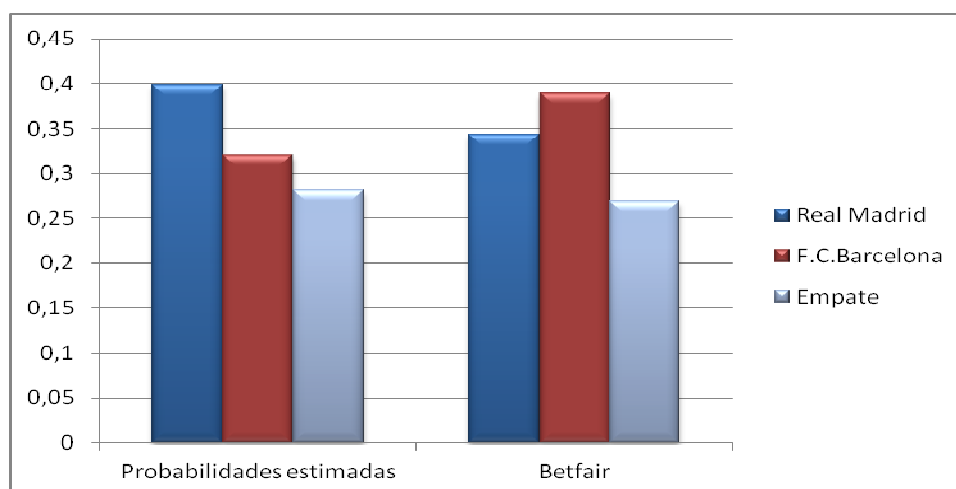


Figura 2.5. Comparativa entre probabilidades estimadas y probabilidades de Betfair

Capítulo 3

Resultados

Índice del capítulo

- 3.1. Consideraciones**
- 3.2. Experimento 1: Betfair sin re-inversión**
- 3.3. Experimento 2: Bwin sin re-inversión**
- 3.4. Experimento 3: Betfair con re-inversión**
- 3.5. Análisis de la Jornada 35**

3.1. Consideraciones

El objetivo de este capítulo es presentar los resultados que hemos obtenido al desarrollar el modelo explicado en el capítulo anterior. Para ello es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las *odds* las hemos extraído tanto de Betfair como de Bwin en el mismo momento del día, es decir, han sido obtenidas a la vez. Las posibles variaciones que haya de unas a otras en partidos determinados no se debe a que hayan sido recogidas en instantes de tiempo diferentes, si no que, como ya se indicó, cada casa de apuestas realiza su propia estimación de las probabilidades de que se dé un resultado u otro (al igual que hemos hecho nosotros). Por lo tanto, es posible que realicemos una apuesta diferente dependiendo de la casa de apuestas.

- Vamos a desarrollar dos estrategias apuestas diferentes: estrategia de apuestas sin re-inversión y estrategia de apuestas con re-inversión.
 - Estrategia de apuestas sin re-inversión: en este caso, disponemos de 1€ para apostar en cada partido, y por consiguiente, 10€ para apostar en cada jornada. El *bankroll* para apostar en cada jornada es independiente de las ganancias o pérdidas en jornadas anteriores.
 - Estrategia de apuestas con re-inversión: partimos de inicio con 10€ para apostar en la primera jornada, al igual que en el caso anterior, 1€ para apostar en cada partido. Lo que diferencia esta estrategia de la anterior es que en este caso sí se tienen en cuenta las ganancias y/o pérdidas de las jornadas anteriores, es decir, el *bankroll* no es fijo. Si sucede el caso que en la primera jornada obtenemos un beneficio de 1€, para la siguiente jornada tendremos un *bankroll* igual a 11€, en vez de 10€, ya que a los 10 euros le hemos sumado los beneficios. Si por el contrario, en la siguiente jornada perdemos 2€, el *bankroll* para la jornada siguiente será de 9€ (11€ - 2€).
- Comprobamos la validez de nuestras estimaciones en las últimas jornadas de la Liga Española correspondientes a la temporada 2010/2011, más concretamente a partir de la jornada 28. Comentar además que para el desarrollo del modelo hemos tenido en cuenta toda la temporada, por lo que el sistema ha sido entrenado desde el primer partido de la temporada.

3.2. Experimento 1: Betfair sin re-inversión

Expondremos, para cada jornada, las *odds* correspondientes de Betfair para cada resultado, nuestras probabilidades estimadas y la cantidad apostada para cada caso. El *bankroll* no lo iremos actualizando, ya que para este experimento contamos con un *bankroll* fijo de 1€ por partido. Iremos contabilizando las ganancias y/o pérdidas.

A continuación adjuntamos las tablas relativas a este experimento.

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Hércules	1,15	27	10	0,9331	0,0194	0,0476	0,4909	0,0006	0	0,5645	0,0162	0
Sevilla - Barcelona	8,4	1,42	5,4	0,1304	0,6588	0,2108	0,0177	0	0,0355	0,1487	0	0,1917
Zaragoza - Valencia	3	2,54	3,6	0,2689	0,4357	0,2954	0	0,1134	0,068	0	0,2880	0,2448
Espanyol - Deportivo de la Coruña	2	4,4	3,5	0,5016	0,1985	0,2999	0,0384	0	0,0352	0,0768	0	0,1232
Levante - Mallorca	2,26	3,6	3,5	0,4949	0,2142	0,2909	0,1462	0	0,0657	0,3304	0	0,2300
Osasuna - Racing de Santander	2,12	4	3,4	0,4857	0,2345	0,2798	0,0265	0	0	0,0562	0	0
Real Sociedad - Málaga	2	4,2	3,7	0,544	0,2457	0,2103	0,1425	0,0545	0	0,2850	0,2289	0
Villarreal - Sporting de Gijón	1,68	6,2	3,95	0,5991	0,1419	0,259	0,0419	0	0,022	0,0704	0	0,0869
Getafe - Athletic de Bilbao	2,52	3,05	3,5	0,4382	0,3251	0,2367	0,097	0,0432	0	0,2444	0,1318	0
Atlético de Madrid - Almería	2	6	3,5	0,5833	0,1755	0,2412	0	0	0,015	0	0	0,0525

Tabla 3.1. Jornada 28 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Atlético de Madrid - Real Madrid	5,9	1,68	4,1	0,2225	0,5673	0,2102	0,0711	0,0355	0	0,4195	0,0596	0
Barcelona - Getafe	1,12	34	12	0,8826	0,026	0,0914	1	0	0	1,1200	0	0
Mallorca - Zaragoza	1,98	4,4	3,65	0,4684	0,2299	0,3016	0	0,0164	0,0442	0	0,0722	0,1613
Deportivo de la Coruña - Levante	2,14	4	3,4	0,3875	0,2767	0,3358	0	0,0642	0,0858	0	0,2568	0,2917
Hércules - Osasuna	1,55	2,68	3,5	0,471	0,2655	0,2635	0	0	0	0	0	0
Málaga - Espanyol	2,12	3,8	3,7	0,57	0,2154	0,2146	0,1882	0,0024	0	0,3990	0,0091	0
Racing de Santander - Real Sociedad	2,1	4,1	3,45	0,5588	0,1998	0,2414	0,1577	0	0	0,3312	0	0
Sporting de Gijón - Almería	1,99	4,5	3,5	0,5267	0,1791	0,2942	0,1017	0	0,0526	0,2024	0	0,1841
Athletic de Bilbao - Villarreal	2,28	3,45	3,6	0,5204	0,2464	0,2332	0,1457	0	0	0,3322	0	0
Valencia - Sevilla	2	4,1	3,7	0,7095	0,1229	0,1676	0,5194	0	0,0472	1,0388	0	0,1746

Tabla 3.2. Jornada 29 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Getafe - Valencia	3	2.58	3.5	0.357	0.3787	0.2643	0.0413	0.0116	0	0.1239	0,0299	0
Real Madrid - Sporting de Gijón	1.2	22	8.2	0.8653	0.035	0.0998	0.2149	0	0.0046	0.2579	0	0.0377
Villarreal - Barcelona	5.8	1.69	4	0.1904	0.5227	0.2869	0.0344	0	0.0607	0.1995	0	0.2428
Espanyol - Racing de Santander	1.92	4.3	3.7	0.4935	0.2402	0.2663	0	0.01	0	0	0,0430	0
Deportivo de la Coruña - Mallorca	2.52	3.2	3.3	0.394	0.2705	0.3354	0.0362	0	0.0622	0,0912	0	0.2053
Levante - Málaga	2.44	3.2	3.4	0.5691	0.2096	0.2213	0.2789	0	0.0131	0,6805	0	0.0445
Real Sociedad - Hércules	1.86	4.6	3.6	0.5257	0.2291	0.2452	0	0.015	0	0	0,0690	0
Sevilla - Zaragoza	1.59	6.6	4.2	0.5748	0.1913	0.2339	0	0.0486	0.0097	0	0.3208	0.0407
Osasuna - Atlético de Madrid	2.4	3	3.4	0.4713	0.2652	0.2635	0.0937	0	0	0.2249	0	0
Almería - Athletic de Bilbao	3.05	2.48	3.3	0.3416	0.4044	0.254	0.0319	0.0235	0	0.0973	0,0583	0

Tabla 3.3. Jornada 30 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Athletic de Bilbao - Real Madrid	4.8	1.82	4	0.2239	0.5728	0.2033	0.049	0.1116	0	0.2352	0,2031	0
Barcelona - Almería	1.1	40	14.5	0.9132	0.0161	0.0707	0.2462	0	0.0201	0,2708	0	0.2915
Mallorca - Sevilla	2.68	2.88	3.5	0.4522	0.2861	0.2617	0.1393	0	0.0221	0.3733	0	0,0774
Hércules - Espanyol	2.18	3.85	3.45	0.495	0.2422	0.2628	0.067	0	0	0.1461	0	0
Málaga - Deportivo de la Coruña	1.87	4.7	3.7	0.549	0.2078	0.2432	0.0339	0.0029	0	0.0634	0.0136	0
Racing de Santander - Levante	1.96	4.4	3.6	0.4802	0.2435	0.2763	0	0.023	0.0068	0	0.1012	0,0245
Sporting de Gijón - Osasuna	2.08	3.95	3.5	0.431	0.2349	0.3341	0	0	0.0677	0	0	0.2370
Atlético de Madrid - Real Sociedad	1.56	6.6	4.5	0.6583	0.1452	0.1965	0.0511	0.0017	0	0,0797	0.0112	0
Valencia - Villarreal	2.04	4	3.65	0.5188	0.226	0.2551	0.0561	0	0	0,1144	0	0
Zaragoza - Getafe	2.16	3.55	3.75	0.4967	0.2442	0.2592	0.0787	0	0.0184	0,1700	0	0.0048

Tabla 3.4. Jornada 31 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Málaga - Mallorca	2.02	4.2	3.7	0.4556	0.2923	0.2521	0	0.0717	0.0016	0	0.3011	0.0059
Getafe - Sevilla	2.88	2.58	3.65	0.4606	0.3001	0.2393	0.1855	0	0.0223	0.5342	0	0.0814
Almería - Valencia	4	1.99	3.9	0.2242	0.5319	0.2439	0	0.0646	0.0054	0	0.1286	0.0211
Real Madrid - Barcelona	2.9	2.56	3.7	0.3988	0.3205	0.2807	0.1117	0	0.0557	0.3239	0	0.2061
Deportivo de la Coruña - Racing de Santander	2.2	3.85	3.35	0.4301	0.2468	0.3232	0	0	0.0352	0	0	0.1179
Real Sociedad - Sporting de Gijón	2.26	3.65	3.4	0.3925	0.2853	0.3222	0	0.0363	0.0549	0	0.1325	0.1867
Levante - Hércules	2.12	3.65	3.65	0.5676	0.1785	0.2539	0.2365	0	0.0616	0.5014	0	0.2248
Osasuna - Athletic de Bilbao	2.48	3.15	3.4	0.4644	0.2777	0.2579	0.1025	0	0	0.2542	0	0
Espanyol - Atlético de Madrid	2.86	2.68	3.55	0.392	0.3396	0.2684	0.0699	0	0.0089	0.1999	0	0.0316
Villarreal - Zaragoza	1.62	6.2	4.1	0.6214	0.1531	0.2255	0.0108	0	0	0.0175	0	0

Tabla 3.5. Jornada 32 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Valencia - Real Madrid	2.48	3.05	3.6	0.2859	0.4704	0.2437	0	0.2327	0.0423	0	0.7097	0.1523
Barcelona - Osasuna	1.23	16	7.4	0.8576	0.0288	0.1135	0.4045	0	0.0382	0.4975	0	0.2827
Athletic de Bilbao - Real Sociedad	1.67	6	4.1	0.6941	0.1319	0.174	0.2498	0.0082	0	0.4172	0.0492	0
Hércules - Deportivo de la Coruña	2.14	3.95	3.4	0.4208	0.2558	0.3233	0	0.0204	0.0499	0	0.0806	0.1697
Racing de Santander - Málaga	2.58	3.15	3.3	0.5645	0.2108	0.2247	0.3004	0	0.0182	0.7750	0	0.0601
Mallorca - Getafe	2.12	4	3.4	0.5304	0.2138	0.2558	0.1111	0	0	0.2355	0	0
Sporting de Gijón - Espanyol	2.02	4.1	3.5	0.4271	0.2457	0.3272	0	0.0242	0.0678	0	0.0992	0.2373
Atlético de Madrid - Levante	1.53	7	4.7	0.5894	0.1852	0.2254	0	0.0545	0.0308	0	0.3815	0.1448
Sevilla - Villarreal	2.04	3.95	3.7	0.467	0.2905	0.2425	0.0038	0.0513	0	0.0078	0.2026	0
Zaragoza - Almería	1.84	4.6	4	0.6153	0.1541	0.2306	0.2098	0	0.0441	0.3860	0	0.0102

Tabla 3.6. Jornada 33 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Zaragoza	1,3	13	6,2	0,8994	0,0276	0,073	0,5938	0	0,0089	0,7719	0	0,0552
Real Sociedad - Barcelona	8,2	1,47	5	0,0809	0,7444	0,1746	0	0,2842	0,0393	0	0,4178	0,1965
Deportivo de la Coruña - Atlético de Madrid	3,85	2,12	3,6	0,3867	0,3198	0,2935	0,2071	0	0,1014	0,7973	0	0,3650
Levante - Sporting de Gijón	2,3	3,8	3,15	0,4835	0,2002	0,3163	0,1322	0	0,0598	0,3041	0	0,1884
Málaga - Hércules	1,78	5,4	3,95	0,5893	0,1936	0,2171	0,1073	0,0347	0	0,1910	0,1874	0
Racing de Santander - Mallorca	2,2	3,7	3,45	0,4539	0,2551	0,291	0,0002	0	0,0017	0,0004	0	0,0059
Almería - Sevilla	4,7	1,82	4,1	0,3328	0,4152	0,252	0,1702	0	0,0656	0,7999	0	0,2690
Villarreal - Getafe	1,94	4,7	3,6	0,636	0,1545	0,2095	0,2508	0	0,0019	0,4866	0	0,0068
Osasuna - Valencia	2,92	2,64	3,5	0,3489	0,3684	0,2827	0,0098	0	0	0,0286	0	0
Espanyol - Athletic de Bilbao	2,84	2,68	3,45	0,4448	0,294	0,2612	0,1557	0	0,0232	0,4422	0	0,0061

Tabla 3.7. Jornada 34 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Barcelona - Espanyol	1,19	17	9	0,8769	0,0271	0,096	0,4079	0	0,034	0,4854	0	0,3060
Sevilla - Real Madrid	3,85	2,02	3,85	0,1851	0,6226	0,1923	0	0,2526	0	0	0,5103	0
Valencia - Real Sociedad	1,42	8,4	5,2	0,733	0,1068	0,1603	0,0973	0	0	0,1382	0	0
Atlético de Madrid - Málaga	1,62	5,9	4,5	0,7045	0,1341	0,1614	0,2372	0,0058	0	0,3843	0,0342	0
Athletic de Bilbao - Levante	1,56	7	4,4	0,5969	0,1758	0,2273	0	0,0404	0,0119	0	0,2828	0,0524
Getafe - Almería	1,45	8,2	5,1	0,6497	0,1411	0,2092	0	0,0249	0,0224	0	0,2042	0,1142
Hércules - Racing de Santander	1,97	4,3	3,7	0,4217	0,2933	0,285	0	0,096	0,0558	0	0,4128	0,2065
Sporting de Gijón - Deportivo de la Coruña	2,12	4	3,45	0,416	0,1987	0,3852	0,0227	0	0,1435	0,0481	0	0,4951
Mallorca - Villarreal	2,58	2,86	3,45	0,4102	0,3033	0,2865	0,0457	0	0,0139	0,1179	0	0,0480
Zaragoza - Osasuna	2,16	3,95	3,35	0,4238	0,2842	0,292	0	0,0449	0,0098	0	0,0128	0,0029

Tabla 3.8. Jornada 35 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Deportivo de la Coruña - Athletic de Bilbao	2,38	3,2	3,6	0,3433	0,35	0,3066	0	0,0881	0,0738	0	0,2819	0,2657
Racing de Santander - Atlético de Madrid	3,45	2,32	3,5	0,4146	0,3224	0,2631	0,1945	0	0,0461	0,6710	0	0,1614
Málaga - Sporting de Gijón	1,79	5,7	3,7	0,4787	0,2421	0,2791	0	0,0906	0,0456	0	0,5164	0,1687
Real Madrid - Getafe	1,23	15,5	8	0,8807	0,0364	0,0829	0,4033	0	0,0095	0,4961	0	0,0760
Almería - Villarreal	5,5	1,71	4	0,2727	0,4552	0,2721	0,127	0	0,0718	0,6985	0	0,2872
Levante - Barcelona	13	1,34	5,3	0,0959	0,6963	0,2078	0,023	0	0,0289	0,2990	0	0,1532
Hércules - Mallorca	2,24	3,55	3,45	0,4046	0,2978	0,2976	0	0,0318	0,0239	0	0,1129	0,0825
Real Sociedad - Zaragoza	2,26	3,55	3,45	0,5241	0,226	0,2499	0,1505	0	0,0052	0,3401	0	0,0179
Espanyol - Valencia	3,2	2,4	3,45	0,3529	0,3829	0,2642	0,0588	0	0	0,1882	0	0
Osasuna - Sevilla	2,28	3,5	3,45	0,5213	0,2344	0,2444	0,1473	0	0	0,3358	0	0

Tabla 3.9. Jornada 36 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Villarreal - Real Madrid	4,4	1,84	4,2	0,2494	0,5021	0,2485	0,036	0	0,0249	0,1584	0	0,0062
Barcelona - Deportivo de la Coruña	1,6	6	4,5	0,8625	0,0259	0,1116	0,7565	0	0,0739	1,2104	0	0,0082
Atlético de Madrid - Hércules	1,32	10,5	6	0,7047	0,1141	0,1812	0	0,0232	0,022	0	0,0026	0,0040
Athletic de Bilbao - Málaga	1,74	5,4	4	0,6651	0,1593	0,1756	0,2448	0,0239	0	0,4260	0,0038	0
Valencia - Levante	1,76	6,6	3,4	0,6864	0,1231	0,1905	0,3003	0,0201	0	0,5285	0,0025	0
Sevilla - Real Sociedad	1,56	7	4,4	0,631	0,1759	0,1931	0,0582	0,0483	0	0,0908	0,0085	0
Getafe - Osasuna	1,88	4,8	3,8	0,448	0,2842	0,2678	0	0,1076	0,0447	0	0,0306	0,0120
Zaragoza - Espanyol	1,65	6	4,1	0,4468	0,271	0,2822	0	0,1447	0,0973	0	0,0392	0,0275
Sporting de Gijón - Racing de Santander	1,3	13,5	5,8	0,4477	0,2302	0,3221	0	0,1862	0,2197	0	0,0429	0,0708
Almería - Mallorca	3	2,5	3,55	0,3429	0,3546	0,3024	0,0358	0	0,0429	0,1074	0	0,0130

Tabla 3.10. Jornada 37 Betfair

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Almería	1,12	26	13,5	0,9454	0,0133	0,0413	0,5863	0	0,0115	0,5543	0	0,0005
Málaga - Barcelona	3,3	2,42	3,45	0,1028	0,7232	0,174	0	0,5801	0,0736	0	0,4195	0,0128
Hércules - Sporting de Gijón	2,32	3,35	3,6	0,3983	0,2758	0,3259	0	0	0,0666	0	0	0,0217
Deportivo de la Coruña - Valencia	1,58	6,4	4,6	0,3212	0,3707	0,3081	0	0,2906	0,1966	0	0,1077	0,0606
Espanyol - Sevilla	3,45	2,16	3,8	0,4966	0,2647	0,2388	0,325	0	0,083	0,1614	0	0,0198
Levante - Zaragoza	5,9	1,63	4,5	0,543	0,1875	0,2694	0,4907	0	0,2009	0,2665	0	0,0541
Osasuna - Villarreal	1,71	7,4	3,5	0,4123	0,2916	0,2962	0	0,1954	0,0928	0	0,0570	0,0275
Real Sociedad - Getafe	2,44	3,35	3,4	0,4894	0,2718	0,2388	0,1538	0,0274	0	0,0753	0,0074	0
Mallorca - Atlético de Madrid	2,4	3,85	3	0,4071	0,3222	0,2707	0,0585	0,1049	0	0,0238	0,0338	0
Racing de Santander - Athletic de Bilbao	3,65	2,1	3,9	0,4343	0,3054	0,2603	0,2561	0	0,0936	0,1112	0	0,0244

Tabla 3.11. Jornada 38 Betfair

La siguiente tabla recoge un resumen de las jornadas:

Jornada	Bankroll	Apostado	Recaudado	Beneficio	Capital
Jornada 28	10	1,4392	1,4349	-0,0043	9,9957
Jornada 29	10	2,5321	2,3689	-0,1632	9,8368
Jornada 30	10	0,9903	0,9719	-0,0184	9,9816
Jornada 31	10	0,9956	0,9399	-0,0557	9,9443
Jornada 32	10	1,1351	1,4193	0,2842	10,2842
Jornada 33	10	1,9620	2,2537	0,2917	10,2917
Jornada 34	10	2,2478	1,3371	-0,9107	9,0893
Jornada 35	10	1,5667	2,1366	0,5699	10,5699
Jornada 36	10	1,6197	2,3658	0,7461	10,7461
Jornada 37	10	2,5110	0,2064	-2,3046	7,6954
Jornada 38	10	3,8874	1,1370	-2,7504	7,2496

Tabla 3.12. Resumen Betfair

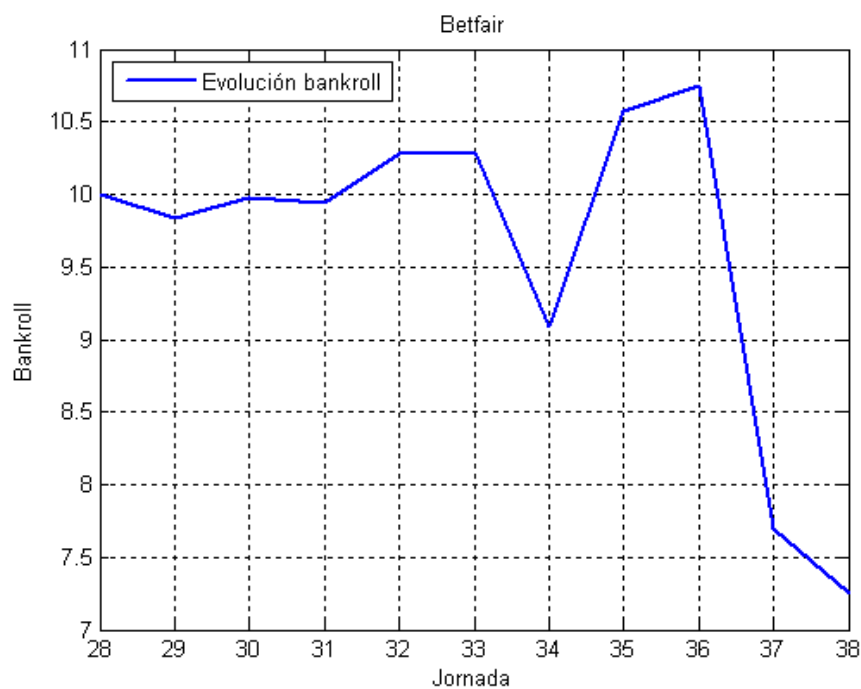


Figura 3.1. Evolución *bankroll* Betfair

Como se puede apreciar, los resultados difieren bastante de una jornada a otra. Hasta la jornada número 37 obtenemos beneficios, aunque sean poco significativos. En las dos últimas jornadas obtenemos pérdidas significativas. Tales resultados son achacables a una situación muy particular: los equipos se están jugando los objetivos de la temporada, tales como evitar el descenso o alcanzar puestos europeos, por lo que es posible que se den resultados que no sean coherentes con las probabilidades estimadas. Además, existe el siguiente factor: bastantes equipos no se juegan nada (a pesar de los 3 puntos), y eso hace que no jueguen con la máxima intensidad que se presupone en este modelo.

Por poner un ejemplo en el que se dé esta situación, citaremos el partido jugado en la jornada número 37, que enfrentó al F.C. Barcelona y al Deportivo de La Coruña. En este partido no se consideró que el Deportivo de La Coruña se jugaba el descenso, y que el F.C.Barcelona ya se había coronado como campeón de Liga, por lo que no se jugaba nada. El partido, que se disputó en casa del F.C.Barcelona, terminó con un empate. Sólo en ese partido perdimos 0.75€, ya que apostamos por una victoria clara del Barcelona (la probabilidad del que ganara era del 87%). Nuestro modelo no tiene en cuenta este factor.

Las casas de apuestas sí que tienen en cuenta este condicionante, y por lo tanto, se adaptan a ello. Para ese partido, la *odd* que ofrecía Betfair era 1.6 a favor de la victoria del F.C.Barcelona, teniendo en cuenta que el Deportivo de La Coruña estaba en la posición 17. Como contraste, en el partido en el que el F.C.Barcelona jugó en casa en la jornada 35 contra el C.D.Espanyol, la *odd* a favor de una victoria del F.C.Barcelona era igual a 1.19, significativamente inferior que en el caso anterior, estando el C.D.Espanyol en la posición 7 de la tabla clasificatoria.

3.3. Experimento 2: Bwin sin re-inversión

Expondremos, para cada jornada, las *odds* correspondientes de Bwin para cada resultado, nuestras probabilidades estimadas, y la cantidad apostada para cada caso. El *bankroll* no lo iremos actualizando, ya que para este experimento contamos con un *bankroll* fijo de 1€ por partido. Iremos contabilizando las ganancias y/o pérdidas. A continuación adjuntamos las tablas relativas a este experimento.

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Hércules	1,15	12,5	7,75	0,9331	0,0194	0,0476	0,4871	0	0	0,5602	0	0
Sevilla - Barcelona	7,25	1,37	4,75	0,1304	0,6588	0,2108	0	0	0,3467	0	0	1,6468
Zaragoza - Valencia	2,8	2,4	3,25	0,2689	0,4357	0,2954	0	0,0326	0	0	0,0782	0
Espanyol - Deportivo de la Coruña	1,91	4	3,25	0,5016	0,1985	0,2999	0	0	0	0	0	0
Levante - Mallorca	2,25	3,05	3,25	0,4949	0,2142	0,2909	0,1108	0	0,025	0,2493	0	0,0813
Osasuna - Racing de Santander	2,05	3,7	3,1	0,4857	0,2345	0,2798	0	0	0	0	0	0
Real Sociedad - Málaga	1,95	3,9	3,4	0,544	0,2457	0,2103	0,0767	0,012	0	0,1496	0,0468	0
Villarreal - Sporting de Gijón	1,55	5,5	3,9	0,5991	0,1419	0,259	0	0	0,0035	0	0	0,0137
Getafe - Athletic de Bilbao	2,35	2,9	3,25	0,4382	0,3251	0,2367	0,0221	0	0	0,0519	0	0
Atlético de Madrid - Almería	2	6	3,5	0,5833	0,1755	0,2412	0	0	0,0150	0	0	0,0525

Tabla 3.13. Jornada 28 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Atlético de Madrid - Real Madrid	5	1,68	4,1	0,2225	0,5673	0,2102	0,0281	0	0	0,1405	0	0
Barcelona - Getafe	1,11	34	12	0,8826	0,026	0,0914	0	0	0,0088	0	0	0,1056
Mallorca - Zaragoza	1,91	4,4	3,65	0,4684	0,2299	0,3016	0	0,0164	0,0442	0	0,0722	0,1613
Deportivo de la Coruña - Levante	2	4	3,4	0,3875	0,2767	0,3358	0	0,0642	0,0858	0	0,2568	0,2917
Hércules - Osasuna	2,15	2,68	1,9	0,471	0,2655	0,2635	0,011	0	0	0,0237	0	0
Málaga - Espanyol	2,05	3,8	3,7	0,57	0,2154	0,2146	0,1605	0	0	0,3290	0	0
Racing de Santander - Real Sociedad	1,91	4,1	3,45	0,5588	0,1998	0,2414	0,074	0	0	0,1413	0	0
Sporting de Gijón - Almería	1,91	4,5	3,5	0,5267	0,1791	0,2942	0,0351	0	0,0259	0,0670	0	0,0907
Athletic de Bilbao - Villarreal	2,15	3,45	3,6	0,5204	0,2464	0,2332	0,1034	0	0	0,2223	0	0
Valencia - Sevilla	1,95	4,1	3,7	0,7095	0,1229	0,1676	0,4189	0	0,0145	0,8169	0	0,0024

Tabla 3.14. Jornada 29 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Athletic de Bilbao - Real Madrid	4,6	1,65	3,85	0,2239	0,5728	0,2033	0,0083	0	0	0,0382	0	0
Barcelona - Almería	1,08	18	10	0,9132	0,0161	0,0707	1,4882	0	0,1328	1,6073	0	1,3280
Mallorca - Sevilla	3,2	2,65	3,2	0,4522	0,2861	0,2617	0,2138	0	0,0233	0,6842	0	0,0746
Hércules - Espanyol	2,05	3,6	3,2	0,495	0,2422	0,2628	0,014	0	0	0,0287	0	0
Málaga - Deportivo de la Coruña	1,75	4,5	3,5	0,549	0,2078	0,2432	0	0	0	0	0	0
Racing de Santander - Levante	3,3	4,1	3,3	0,4802	0,2435	0,2763	0,2954	0,0948	0	0,9748	0,3887	0
Sporting de Gijón - Osasuna	2	3,75	3,2	0,431	0,2349	0,3341	0	0	0,0314	0	0	0,1005
Atlético de Madrid - Real Sociedad	1,5	5,75	4,2	0,6583	0,1452	0,1965	0	0	0	0	0	0
Valencia - Villarreal	1,95	3,75	3,3	0,5188	0,226	0,2551	0,0123	0	0	0,0240	0	0
Zaragoza - Getafe	2,1	3,2	3,4	0,4967	0,2442	0,2592	0,0392	0	0	0,0823	0	0

Tabla 3.15. Jornada 31 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Málaga - Mallorca	1,9	3,75	3,45	0,4556	0,2923	0,2521	0	0,035	0	0	0,1313	0
Getafe - Sevilla	2,85	2,35	3,3	0,4606	0,3001	0,2393	0,169	0	0	0,4817	0	0
Almería - Valencia	3,8	1,85	3,6	0,2242	0,5319	0,2439	0	0	0	0	0	0
Real Madrid - Barcelona	2,8	2,3	3,5	0,3988	0,3205	0,2807	0,0783	0	0,0243	0,2192	0	0,0851
Deportivo de la Coruña - Racing de Santander	2,1	3,5	3,1	0,4301	0,2468	0,3232	0	0	0,9143	0	0	2,8343
Real Sociedad - Sporting de Gijón	2,1	3,3	3,3	0,3925	0,2853	0,3222	0	0	0,0275	0	0	0,0908
Levante - Hércules	2	3,6	3,3	0,5676	0,1785	0,2539	0,1352	0	0	0,2704	0	0
Osasuna - Athletic de Bilbao	2,35	3	3,1	0,4644	0,2777	0,2579	0,0677	0	0	0,1591	0	0
Espanyol - Atlético de Madrid	2,55	2,55	3,4	0,392	0,3396	0,2684	0	0	0	0	0	0
Villarreal - Zaragoza	1,5	6,6	3,75	0,6214	0,1531	0,2255	0	0,0019	0	0	0,0003	0

Tabla 3.16. Jornada 32 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Valencia - Real Madrid	2.45	2.65	3.4	0.2859	0.4704	0.2437	0	0.1494	0	0	0,3959	0
Barcelona - Osasuna	1.2	11	6.5	0.8576	0.0288	0.1135	0.1456	0	0	0,1747	0	0
Athletic de Bilbao - Real Sociedad	1.6	5	3.9	0.6941	0.1319	0.174	0.1843	0	0	0,2949	0	0
Hércules - Deportivo de la Coruña	2	3.75	3.2	0.4208	0.2558	0.3233	0	0	0,0157	0	0	0,0502
Racing de Santander - Málaga	2.2	3.1	3.25	0.5645	0.2108	0.2247	0.2016	0	0	0,4435	0	0
Mallorca - Getafe	1.91	3.8	3.4	0.5304	0.2138	0.2558	0.0144	0	0	0,0275	0	0
Sporting de Gijón - Espanyol	1.95	3.9	3.25	0.4271	0.2457	0.3272	0	0	0,0282	0	0	0,0917
Atlético de Madrid - Levante	1.5	5.5	4.33	0.5894	0.1852	0.2254	0	0.0041	0	0	0,0226	0
Sevilla - Villarreal	1.91	3.7	3.5	0.467	0.2905	0.2425	0	0.0277	0	0	0,1025	0
Zaragoza - Almería	1.78	4.33	3.5	0.6153	0.1541	0.2306	0.1221	0	0	0,2173	0	0

Tabla 3.17. Jornada 33 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Zaragoza	1.3	8.25	5.25	0.8994	0.0276	0.073	0.5641	0	0	0.7333	0	0
Real Sociedad - Barcelona	6.5	1.42	4.5	0.0809	0.7444	0.1746	0	0.1358	0	0	0,1928	0
Deportivo de la Coruña - Atlético de Madrid	3.25	2.1	3.35	0.3867	0.3198	0.2935	0.1368	0	0,0511	0.4446	0	0,1712
Levante - Sporting de Gijón	2.12	3.7	2.95	0.4835	0.2002	0.3163	0.0223	0	0	0,0473	0	0
Málaga - Hércules	1.7	4.5	3.7	0.5893	0.1936	0.2171	0.0026	0	0	0,0044	0	0
Racing de Santander - Mallorca	2.1	3.4	3.25	0.4539	0.2551	0.291	0	0	0	0	0	0
Almería - Sevilla	4.35	1.72	4.5	0.3328	0.4152	0.252	0.1586	0	0.0836	0.6899	0	0,3762
Villarreal - Getafe	1.85	4	3.4	0.636	0.1545	0.2095	0.2078	0	0	0,3844	0	0
Osasuna - Valencia	2.75	2.45	3.25	0.3489	0.3684	0.2827	0	0	0	0	0	0
Espanyol - Athletic de Bilbao	2.55	2.6	3.25	0.4448	0.294	0.2612	0.0866	0	0	0,2208	0	0

Tabla 3.18. Jornada 34 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Barcelona - Espanyol	1,18	12	6,75	0,8769	0,0271	0,096	0,193	0	0	0,2277	0	0
Sevilla - Real Madrid	3,35	1,95	3,7	0,1851	0,6226	0,1923	0	0,2253	0	0	0,4393	0
Valencia - Real Sociedad	1,38	6,75	4,75	0,733	0,1068	0,1603	0,0304	0	0	0,0420	0	0
Atlético de Madrid - Málaga	1,57	5	4,1	0,7045	0,1341	0,1614	0,1861	0	0	0,2922	0	0
Athletic de Bilbao - Levante	1,5	5,75	4,2	0,5969	0,1758	0,2273	0	0,0023	0	0	0,0132	0
Getafe - Almería	1,4	7,25	4,4	0,6497	0,1411	0,2092	0	0,0037	0	0	0,0268	0
Hércules - Racing de Santander	1,95	3,8	3,4	0,4217	0,2933	0,285	0	0,0426	0,0048	0	0,1619	0,0163
Sporting de Gijón - Deportivo de la Coruña	2,1	3,4	3,2	0,416	0,1987	0,3852	0	0	0,1057	0	0	0,3382
Mallorca - Villarreal	2,6	2,55	3,3	0,4102	0,3033	0,2865	0,0416	0	0	0,1082	0	0
Zaragoza - Osasuna	2,1	3,35	3,25	0,4238	0,2842	0,292	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.19. Jornada 35 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Zaragoza	1,3	8,25	5,25	0,8994	0,0276	0,073	0,5641	0	0	0,7333	0	0
Real Sociedad - Barcelona	6,5	1,42	4,5	0,0809	0,7444	0,1746	0	0,1358	0	0	0,1928	0
Deportivo de la Coruña - Atlético de Madrid	3,25	2,1	3,35	0,3867	0,3198	0,2935	0,1368	0	0,0511	0,4446	0	0,1712
Levante - Sporting de Gijón	2,12	3,7	2,95	0,4835	0,2002	0,3163	0,0223	0	0	0,0473	0	0
Málaga - Hércules	1,7	4,5	3,7	0,5893	0,1936	0,2171	0,0026	0	0	0,0044	0	0
Racing de Santander - Mallorca	2,1	3,4	3,25	0,4539	0,2551	0,291	0	0	0	0	0	0
Almería - Sevilla	4,35	1,72	4,5	0,3328	0,4152	0,252	0,1586	0	0,0836	0,6899	0	0,3762
Villarreal - Getafe	1,85	4	3,4	0,636	0,1545	0,2095	0,2078	0	0	0,3844	0	0
Osasuna - Valencia	2,75	2,45	3,25	0,3489	0,3684	0,2827	0	0	0	0	0	0
Espanyol - Athletic de Bilbao	2,55	2,6	3,25	0,4448	0,294	0,2612	0,0866	0	0	0,2208	0	0

Tabla 3.20. Jornada 37 Bwin

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Almería	1,11	13,5	9,5	0,9454	0,0133	0,0413	0	0	0	0	0	0
Málaga - Barcelona	3,2	2,15	3,3	0,1028	0,7232	0,174	0	0,517	0,0396	0	0,3739	0,0069
Hércules - Sporting de Gijón	2,1	3,1	3,5	0,3983	0,2758	0,3259	0	0	0,0563	0	0	0,0183
Deportivo de la Coruña - Valencia	1,53	5,75	4	0,3212	0,3707	0,3081	0	0,2737	0,1687	0	0,1015	0,0520
Espanyol - Sevilla	3,05	2,1	3,6	0,4966	0,2647	0,2388	0,2766	0	0,0524	0,1374	0	0,0125
Levante - Zaragoza	5,5	1,55	3,9	0,543	0,1875	0,2694	0,4823	0	0,1838	0,2619	0	0,0495
Osasuna - Villarreal	1,7	6	3,05	0,4123	0,2916	0,2962	0	0,1557	0,0288	0	0,0454	0,0085
Real Sociedad - Getafe	2,25	3	3,3	0,4894	0,2718	0,2388	0,0809	0	0	0,0396	0	0
Mallorca - Atlético de Madrid	2,3	3,5	2,75	0,4071	0,3222	0,2707	0	0,0511	0	0	0,0165	0
Racing de Santander - Athletic de Bilbao	3,2	2,05	3,55	0,4343	0,3054	0,2603	0,1991	0	0,0483	0,0865	0	0,0126

Tabla 3.21. Jornada 38 Bwin

La siguiente tabla recoge un resumen de las jornadas:

Jornada	Bankroll	Apostado	Recaudado	Beneficio	Capital
Jornada 28	10	1,1165	2,3486	1,2321	11,2321
Jornada 29	10	1,0908	0,7942	-0,2966	9,7034
Jornada 31	10	2,3535	1,7881	-0,5654	9,4346
Jornada 32	10	1,4532	0,8371	-0,6161	9,3839
Jornada 33	10	0,8931	1,1103	0,2172	10,2172
Jornada 34	10	1,4493	0,6096	-0,8397	9,1603
Jornada 35	10	0,8355	1,2091	0,3736	10,3736
Jornada 37	10	1,7719	0,0061	-1,7658	8,2342
Jornada 38	10	2,6143	0,5101	-2,1042	7,8958

Tabla 3.22. Resumen Bwin

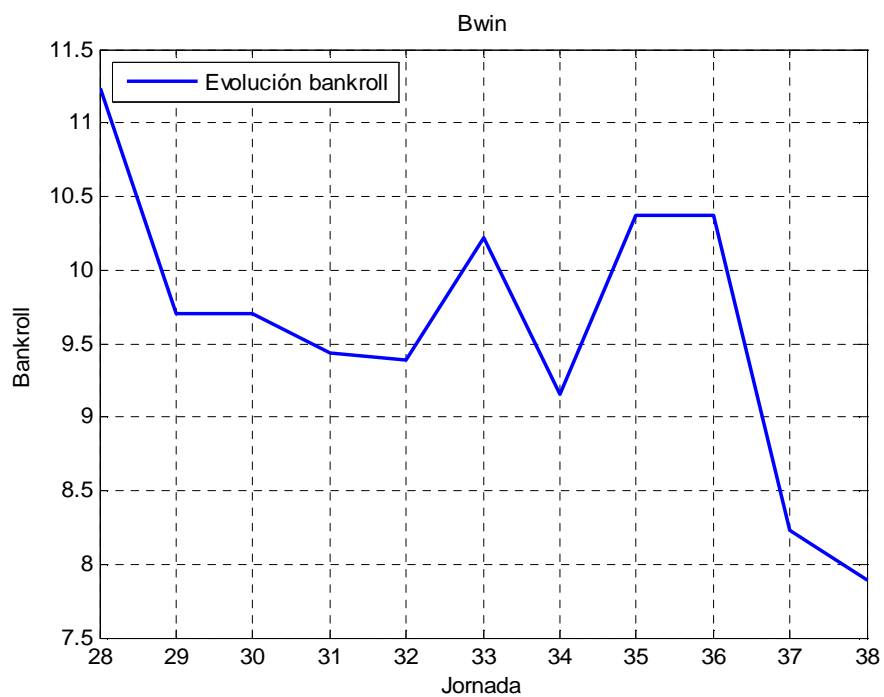


Figura 3.2. Evolución *bankroll* Bwin

Observamos que con la casa de apuestas Bwin obtenemos pérdidas. Esto es consecuencia de 2 motivos:

- El factor Q es significativamente más elevado que el de Betfair, es decir, reparte menos entre los ganadores y se queda con más comisión, alrededor de un 7% (por un 0.5% Betfair).
- Bwin también tiene en cuenta el condicionante explicado en el experimento anterior.

*Nota: no hay datos de las jornadas 30 y 36.

3.4. Experimento 3: Betfair con re-inversión

Expondremos, para cada jornada, las *odds* correspondientes de Betfair para cada resultado, nuestras probabilidades estimadas, y la cantidad apostada para cada caso. El *bankroll* lo iremos actualizando, ya que para este experimento contamos con un *bankroll* variable, dependiendo de los beneficios y de las pérdidas. Iremos contabilizando las ganancias y/o pérdidas.

A continuación adjuntamos las tablas relativas a este experimento. En este caso, la información expuesta en las tablas coincide con la del Experimento 1, exceptuando las Apuestas y las Ganancias.

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Hércules	1,15	27	10	0,9331	0,0194	0,0476	0,4909	0,0006	0	0,5645	0,0162	0
Sevilla - Barcelona	8,4	1,42	5,4	0,1304	0,6588	0,2108	0,0177	0	0,0355	0,1487	0	0,1917
Zaragoza - Valencia	3	2,54	3,6	0,2689	0,4357	0,2954	0	0,1134	0,068	0	0,2880	0,2448
Espanyol - Deportivo de la Coruña	2	4,4	3,5	0,5016	0,1985	0,2999	0,0384	0	0,0352	0,0768	0	0,1232
Levante - Mallorca	2,26	3,6	3,5	0,4949	0,2142	0,2909	0,1462	0	0,0657	0,3304	0	0,2300
Osasuna - Racing de Santander	2,12	4	3,4	0,4857	0,2345	0,2798	0,0265	0	0	0,0562	0	0
Real Sociedad - Málaga	2	4,2	3,7	0,544	0,2457	0,2103	0,1425	0,0545	0	0,2850	0,2289	0
Villarreal - Sporting de Gijón	1,68	6,2	3,95	0,5991	0,1419	0,259	0,0419	0	0,022	0,0704	0	0,0869
Getafe - Athletic de Bilbao	2,52	3,05	3,5	0,4382	0,3251	0,2367	0,097	0,0432	0	0,2444	0,1318	0
Atlético de Madrid - Almería	2	6	3,5	0,5833	0,1755	0,2412	0	0	0,015	0	0	0,0525

Tabla 3.23. Jornada 28 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Atlético de Madrid - Real Madrid	5,9	1,68	4,1	0,2225	0,5673	0,2102	0,0711	0,0355	0	0,4193	0,0596	0
Barcelona - Getafe	1,12	34	12	0,8826	0,026	0,0914	0,9996	0	0	1,1195	0	0
Mallorca - Zaragoza	1,98	4,4	3,65	0,4684	0,2299	0,3016	0	0,0164	0,0442	0	0,0721	0,1613
Deportivo de la Coruña - Levante	2,14	4	3,4	0,3875	0,2767	0,3358	0	0,0642	0,0858	0	0,2567	0,2916
Hércules - Osasuna	1,55	2,68	3,5	0,471	0,2655	0,2635	0	0	0	0	0	0
Málaga - Espanyol	2,12	3,8	3,7	0,57	0,2154	0,2146	0,1881	0,0024	0	0,3988	0,0091	0
Racing de Santander - Real Sociedad	2,1	4,1	3,45	0,5588	0,1998	0,2414	0,1576	0	0	0,3310	0	0
Sporting de Gijón - Almería	1,99	4,5	3,5	0,5267	0,1791	0,2942	0,1017	0	0,0526	0,2023	0	0,1840
Athletic de Bilbao - Villarreal	2,28	3,45	3,6	0,5204	0,2464	0,2332	0,1456	0	0	0,3321	0	0
Valencia - Sevilla	2	4,1	3,7	0,7095	0,1229	0,1676	0,5192	0	0,0472	1,0384	0	0,1746

Tabla 3.24. Jornada 29 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Getafe - Valencia	3	2,58	3,5	0,357	0,3787	0,2643	0,0406	0,0114	0	0,1218	0,0294	0
Real Madrid - Sporting de Gijón	1,2	22	8,2	0,8653	0,035	0,0998	0,2113	0	0,0045	0,2536	0	0,0371
Villarreal - Barcelona	5,8	1,69	4	0,1904	0,5227	0,2869	0,0338	0	0,0597	0,1962	0	0,2387
Espanyol - Racing de Santander	1,92	4,3	3,7	0,4935	0,2402	0,2663	0	0,0098	0	0	0,0423	0
Deportivo de la Coruña - Mallorca	2,52	3,2	3,3	0,394	0,2705	0,3354	0,0356	0	0,0612	0,0897	0	0,2018
Levante - Málaga	2,44	3,2	3,4	0,5691	0,2096	0,2213	0,2742	0	0,0129	0,6691	0	0,0438
Real Sociedad - Hércules	1,86	4,6	3,6	0,5257	0,2291	0,2452	0	0,0147	0	0	0,0678	0
Sevilla - Zaragoza	1,59	6,6	4,2	0,5748	0,1913	0,2339	0	0,0478	0,0095	0	0,3154	0,0401
Osasuna - Atlético de Madrid	2,4	3	3,4	0,4713	0,2652	0,2635	0,0921	0	0	0,2211	0	0
Almería - Athletic de Bilbao	3,05	2,48	3,3	0,3416	0,4044	0,254	0,0314	0,0231	0	0,0957	0,0573	0

Tabla 3.25. Jornada 30 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Athletic de Bilbao - Real Madrid	4,8	1,82	4	0,2239	0,5728	0,2033	0,0481	0,1095	0	0,2308	0,1993	0
Barcelona - Almería	1,1	40	14,5	0,9132	0,0161	0,0707	0,2416	0	0,0197	0,2658	0	0,2860
Mallorca - Sevilla	2,68	2,88	3,5	0,4522	0,2861	0,2617	0,1367	0	0,0217	0,3664	0	0,0759
Hércules - Espanyol	2,18	3,85	3,45	0,495	0,2422	0,2628	0,0658	0	0	0,1434	0	0
Málaga - Deportivo de la Coruña	1,87	4,7	3,7	0,549	0,2078	0,2432	0,0333	0,0028	0	0,0622	0,0134	0
Racing de Santander - Levante	1,96	4,4	3,6	0,4802	0,2435	0,2763	0	0,0226	0,0067	0	0,0993	0,0240
Sporting de Gijón - Osasuna	2,08	3,95	3,5	0,431	0,2349	0,3341	0	0	0,0664	0	0	0,2326
Atlético de Madrid - Real Sociedad	1,56	6,6	4,5	0,6583	0,1452	0,1965	0,0502	0,0017	0	0,0782	0,0110	0
Valencia - Villarreal	2,04	4	3,65	0,5188	0,226	0,2551	0,0551	0	0	0,1123	0	0
Zaragoza - Getafe	2,16	3,55	3,75	0,4967	0,2442	0,2592	0,0772	0	0,0181	0,1668	0	0,0677

Tabla 3.26. Jornada 31 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Málaga - Mallorca	2,02	4,2	3,7	0,4556	0,2923	0,2521	0	0,0700	0,0016	0	0,2939	0,0058
Getafe - Sevilla	2,88	2,58	3,65	0,4606	0,3001	0,2393	0,1810	0	0,0218	0,5214	0	0,0794
Almería - Valencia	4	1,99	3,9	0,2242	0,5319	0,2439	0	0,0630	0,0053	0	0,1255	0,0206
Real Madrid - Barcelona	2,9	2,56	3,7	0,3988	0,3205	0,2807	0,1090	0	0,0544	0,3162	0	0,2011
Deportivo de la Coruña - Racing de Santander	2,2	3,85	3,35	0,4301	0,2468	0,3232	0	0	0,0344	0	0	0,1151
Real Sociedad - Sporting de Gijón	2,26	3,65	3,4	0,3925	0,2853	0,3222	0	0,0354	0,0536	0	0,1293	0,1822
Levante - Hércules	2,12	3,65	3,65	0,5676	0,1785	0,2539	0,2308	0	0,0601	0,4893	0	0,2194
Osasuna - Athletic de Bilbao	2,48	3,15	3,4	0,4644	0,2777	0,2579	0,1000	0	0	0,2481	0	0
Espanyol - Atlético de Madrid	2,86	2,68	3,55	0,392	0,3396	0,2684	0,0682	0	0,0087	0,1951	0	0,0308
Villarreal - Zaragoza	1,62	6,2	4,1	0,6214	0,1531	0,2255	0,0105	0	0	0,0171	0	0

Tabla 3.27. Jornada 32 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Valencia - Real Madrid	2,48	3,05	3,6	0,2859	0,4704	0,2437	0	0,2336	0,0425	0	0,7124	0,1529
Barcelona - Osasuna	1,23	16	7,4	0,8576	0,0288	0,1135	0,4060	0	0,0383	0,4994	0	0,2837
Athletic de Bilbao - Real Sociedad	1,67	6	4,1	0,6941	0,1319	0,174	0,2507	0,0082	0	0,4187	0,0494	0
Hércules - Deportivo de la Coruña	2,14	3,95	3,4	0,4208	0,2558	0,3233	0	0,0205	0,0501	0	0,0809	0,1703
Racing de Santander - Málaga	2,58	3,15	3,3	0,5645	0,2108	0,2247	0,3015	0	0,0183	0,7779	0	0,0603
Mallorca - Getafe	2,12	4	3,4	0,5304	0,2138	0,2558	0,1115	0	0	0,2364	0	0
Sporting de Gijón - Espanyol	2,02	4,1	3,5	0,4271	0,2457	0,3272	0	0,0243	0,0681	0	0,0996	0,2382
Atlético de Madrid - Levante	1,53	7	4,7	0,5894	0,1852	0,2254	0	0,0547	0,0309	0	0,3829	0,1453
Sevilla - Villarreal	2,04	3,95	3,7	0,467	0,2905	0,2425	0,0038	0,0515	0	0,0078	0,2034	0
Zaragoza - Almería	1,84	4,6	4	0,6153	0,1541	0,2306	0,2106	0	0,0443	0,3875	0	0,1771

Tabla 3.28. Jornada 33 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Zaragoza	1,3	13	6,2	0,8994	0,0276	0,073	0,6134	0	0,0092	0,7974	0	0,0570
Real Sociedad - Barcelona	8,2	1,47	5	0,0809	0,7444	0,1746	0	0,2936	0,0406	0	0,4316	0,2030
Deportivo de la Coruña - Atlético de Madrid	3,85	2,12	3,6	0,3867	0,3198	0,2935	0,2139	0	0,1047	0,8237	0	0,3771
Levante - Sporting de Gijón	2,3	3,8	3,15	0,4835	0,2002	0,3163	0,1366	0	0,0618	0,3141	0	0,1946
Málaga - Hércules	1,78	5,4	3,95	0,5893	0,1936	0,2171	0,1108	0,0358	0	0,1973	0,1936	0
Racing de Santander - Mallorca	2,2	3,7	3,45	0,4539	0,2551	0,291	0,0002	0	0,0018	0,0005	0	0,0061
Almería - Sevilla	4,7	1,82	4,1	0,3328	0,4152	0,252	0,1758	0	0,0678	0,8264	0	0,2778
Villarreal - Getafe	1,94	4,7	3,6	0,636	0,1545	0,2095	0,2591	0	0,0020	0,5026	0	0,0071
Osasuna - Valencia	2,92	2,64	3,5	0,3489	0,3684	0,2827	0,0101	0	0	0,0296	0	0
Espanyol - Athletic de Bilbao	2,84	2,68	3,45	0,4448	0,294	0,2612	0,1608	0	0,0240	0,4568	0	0,0827

Tabla 3.29. Jornada 34 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Barcelona - Espanyol	1,19	17	9	0,8769	0,0271	0,096	0,3830	0	0,0319	0,4558	0	0,2873
Sevilla - Real Madrid	3,85	2,02	3,85	0,1851	0,6226	0,1923	0	0,2372	0	0	0,4791	0
Valencia - Real Sociedad	1,42	8,4	5,2	0,733	0,1068	0,1603	0,0914	0	0	0,1297	0	0
Atlético de Madrid - Málaga	1,62	5,9	4,5	0,7045	0,1341	0,1614	0,2227	0,0054	0	0,3608	0,0321	0
Athletic de Bilbao - Levante	1,56	7	4,4	0,5969	0,1758	0,2273	0	0,0379	0,0112	0	0,2655	0,0492
Getafe - Almería	1,45	8,2	5,1	0,6497	0,1411	0,2092	0	0,0234	0,0210	0	0,1917	0,1073
Hércules - Racing de Santander	1,97	4,3	3,7	0,4217	0,2933	0,285	0	0,0901	0,0524	0	0,3876	0,1939
Sporting de Gijón - Deportivo de la Coruña	2,12	4	3,45	0,416	0,1987	0,3852	0,0213	0	0,1347	0,0452	0	0,4649
Mallorca - Villarreal	2,58	2,86	3,45	0,4102	0,3033	0,2865	0,0429	0	0,0131	0,1107	0	0,0450
Zaragoza - Osasuna	2,16	3,95	3,35	0,4238	0,2842	0,292	0	0,0422	0,0092	0	0,1665	0,0308

Tabla 3.30. Jornada 35 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Deportivo de la Coruña - Athletic de Bilbao	2,38	3,2	3,6	0,3433	0,35	0,3066	0	0,0888	0,0744	0	0,2842	0,2678
Racing de Santander - Atlético de Madrid	3,45	2,32	3,5	0,4146	0,3224	0,2631	0,1960	0	0,0465	0,6763	0	0,1626
Málaga - Sporting de Gijón	1,79	5,7	3,7	0,4787	0,2421	0,2791	0	0,0913	0,0460	0	0,5205	0,1701
Real Madrid - Getafe	1,23	15,5	8	0,8807	0,0364	0,0829	0,4065	0	0,0096	0,5000	0	0,0766
Almería - Villarreal	5,5	1,71	4	0,2727	0,4552	0,2721	0,1280	0	0,0724	0,7040	0	0,2895
Levante - Barcelona	13	1,34	5,3	0,0959	0,6963	0,2078	0,0232	0	0,0291	0,3014	0	0,1544
Hércules - Mallorca	2,24	3,55	3,45	0,4046	0,2978	0,2976	0	0,0321	0,0241	0	0,1138	0,0831
Real Sociedad - Zaragoza	2,26	3,55	3,45	0,5241	0,226	0,2499	0,1517	0	0,0052	0,3428	0	0,0181
Espanyol - Valencia	3,2	2,4	3,45	0,3529	0,3829	0,2642	0,0593	0	0	0,1897	0	0
Osasuna - Sevilla	2,28	3,5	3,45	0,5213	0,2344	0,2444	0,1485	0	0	0,3385	0	0

Tabla 3.31. Jornada 36 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Villarreal - Real Madrid	4,4	1,84	4,2	0,2494	0,5021	0,2485	0,0390	0	0,0270	0,1716	0	0,1133
Barcelona - Deportivo de la Coruña	1,6	6	4,5	0,8625	0,0259	0,1116	0,8194	0	0,0800	1,3110	0	0,3602
Atlético de Madrid - Hércules	1,32	10,5	6	0,7047	0,1141	0,1812	0	0,0251	0,0238	0	0,2639	0,1430
Athletic de Bilbao - Málaga	1,74	5,4	4	0,6651	0,1593	0,1756	0,2652	0,0259	0	0,4614	0,1398	0
Valencia - Levante	1,76	6,6	3,4	0,6864	0,1231	0,1905	0,3253	0,0218	0	0,5725	0,1437	0
Sevilla - Real Sociedad	1,56	7	4,4	0,631	0,1759	0,1931	0,0630	0,0523	0	0,0983	0,3662	0
Getafe - Osasuna	1,88	4,8	3,8	0,448	0,2842	0,2678	0	0,1165	0,0484	0	0,5594	0,1840
Zaragoza - Espanyol	1,65	6	4,1	0,4468	0,271	0,2822	0	0,1567	0,1054	0	0,9404	0,4321
Sporting de Gijón - Racing de Santander	1,3	13,5	5,8	0,4477	0,2302	0,3221	0	0,2017	0,2380	0	2,7227	1,3802
Almería - Mallorca	3	2,5	3,55	0,3429	0,3546	0,3024	0,0388	0	0,0465	0,1163	0	0,1650

Tabla 3.32. Jornada 37 Betfair con re-inversión

Partido	Odds			Probabilidades estimadas			Apuestas			Ganancias		
	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate	Victoria local	Victoria visitante	Empate
Real Madrid - Almería	1,12	26	13,5	0,9454	0,0133	0,0413	0,5093	0	0,0100	0,4815	0	0,0004
Málaga - Barcelona	3,3	2,42	3,45	0,1028	0,7232	0,174	0	0,5039	0,0639	0	0,3644	0,0111
Hércules - Sporting de Gijón	2,32	3,35	3,6	0,3983	0,2758	0,3259	0	0	0,0579	0	0	0,0189
Deportivo de la Coruña - Valencia	1,58	6,4	4,6	0,3212	0,3707	0,3081	0	0,2524	0,1708	0	0,0936	0,0526
Espanyol - Sevilla	3,45	2,16	3,8	0,4966	0,2647	0,2388	0,2823	0	0,0721	0,1402	0	0,0172
Levante - Zaragoza	5,9	1,63	4,5	0,543	0,1875	0,2694	0,4262	0	0,1745	0,2315	0	0,0470
Osasuna - Villarreal	1,71	7,4	3,5	0,4123	0,2916	0,2962	0	0,1697	0,0806	0	0,0495	0,0239
Real Sociedad - Getafe	2,44	3,35	3,4	0,4894	0,2718	0,2388	0,1336	0,0238	0	0,0654	0,0065	0
Mallorca - Atlético de Madrid	2,4	3,85	3	0,4071	0,3222	0,2707	0,0508	0,0911	0	0,0207	0,0294	0
Racing de Santander - Athletic de Bilbao	3,65	2,1	3,9	0,4343	0,3054	0,2603	0,2225	0	0,0813	0,0966	0	0,0212

Tabla 3.33. Jornada 38 Betfair con re-inversión

La siguiente tabla incluye el *bankroll* inicial y final de cada jornada:

Jornada	Bankroll	Apostado	Recaudado	Beneficio	Capital
Jornada 28	10	1,4392	1,4349	-0,0043	9,9957
Jornada 29	9,9957	2,5310	2,3679	-0,1631	9,8326
Jornada 30	9,8326	0,9737	0,9556	-0,0181	9,8145
Jornada 31	9,8145	0,9771	0,9224	-0,0547	9,7598
Jornada 32	9,7598	1,1078	1,3852	0,2774	10,0372
Jornada 33	10,0372	1,9693	2,2621	0,2928	10,3300
Jornada 34	10,3300	2,3220	1,3813	-0,9407	9,3893
Jornada 35	9,3893	1,4100	2,1607	0,7507	10,1400
Jornada 36	10,1400	1,6325	2,3846	0,7521	10,8921
Jornada 37	10,8921	2,7197	0,5748	-2,1449	8,7472
Jornada 38	8,7472	3,3797	0,9879	-2,3918	6,3554

Tabla 3.34. Resumen Betfair re-inversión

Al igual que en el experimento sin re-inversión, en este caso también obtenemos beneficios hasta la jornada 36 (incluida). A partir de esa jornada experimentamos pérdidas por los motivos mencionados anteriormente.

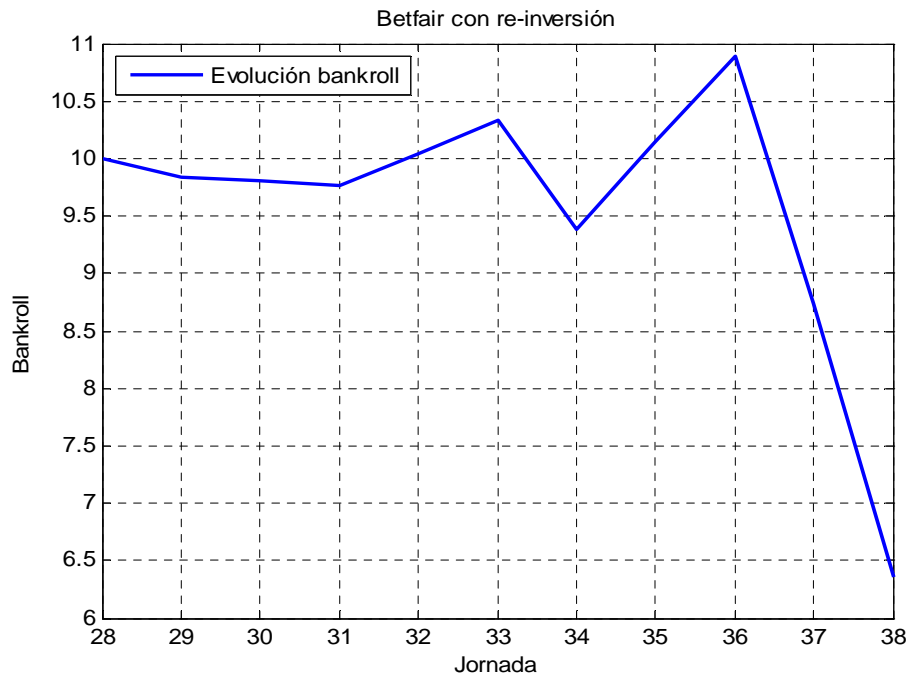


Figura 3.3. Evolución *bankroll* Betfair re-inversión

La siguiente gráfica compara la evolución que sufre nuestro capital con cada uno de los experimentos desarrollados.

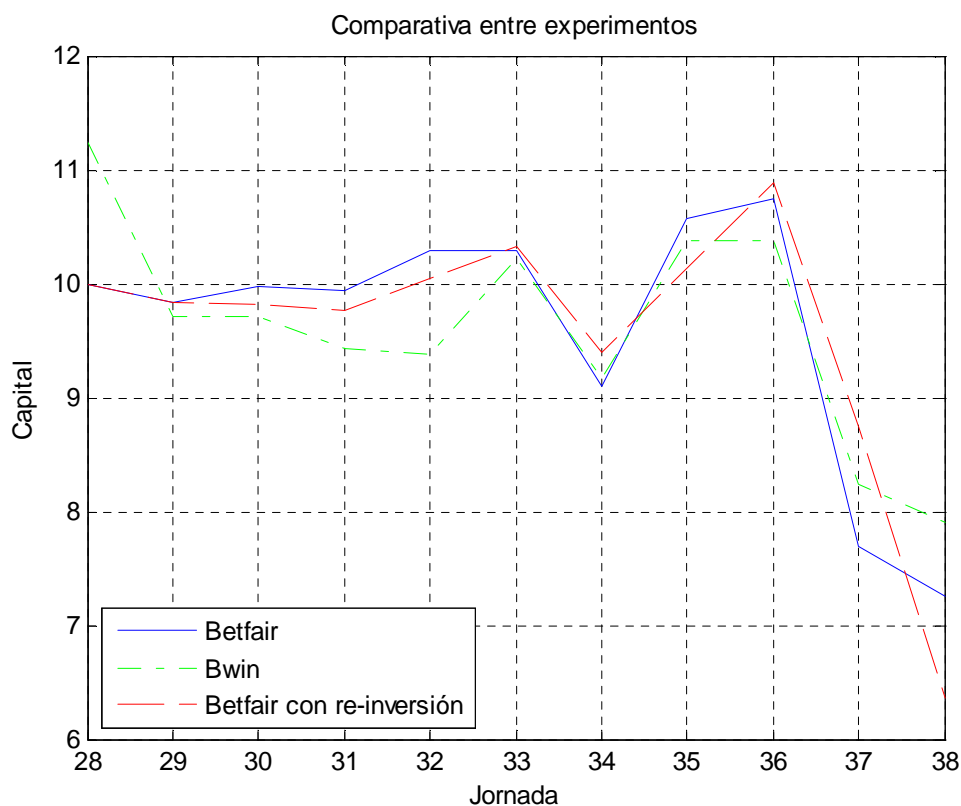


Figura 3.4. Comparativa entre experimentos

Además de presentar los beneficios que obtenemos en cada una de las casas de apuestas, podemos realizar una comparación entre las probabilidades estimadas por nuestra parte y las calculadas por las casas de apuestas.

Las siguientes tablas reflejan un resumen de los resultados obtenidos para cada una de ellas:

Betfair

Betfair				Estimadas			
Intervalo	Total	Parcial	Porcentaje	Intervalo	Total	Parcial	Porcentaje
0-10	17	2	11,76%	0-10	20	3	15,00%
10-20	36	5	13,89%	10-20	43	6	13,95%
20-30	143	30	20,98%	20-30	125	29	23,20%
30-40	40	13	32,50%	30-40	45	13	28,89%
40-50	43	27	62,79%	40-50	42	21	50,00%
50-60	25	15	60,00%	50-60	27	20	74,07%
60-70	13	9	69,23%	60-70	12	8	66,67%
70-80	6	3	50,00%	70-80	6	3	50,00%
80-90	6	5	83,33%	80-90	7	4	57,14%
90-100	1	1	100,00%	90-100	3	3	100,00%

Tabla 3.35. Probabilidades Betfair

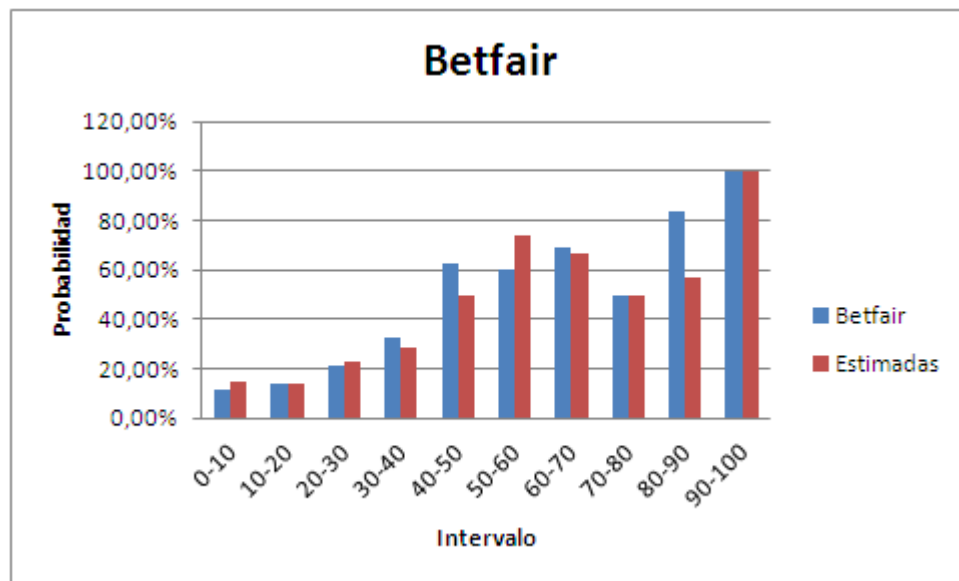


Figura 3.5. Comparativa entre probabilidades estimadas y Betfair

Tanto la tabla como el gráfico nos informan del porcentaje de sucesos en el que nuestras estimaciones han sido buenas en cada intervalo de probabilidades. Por ejemplo, en el intervalo que va desde el 0% al 10%, nuestro modelo nos ha dado un total de 20 sucesos que se encuentran en ese intervalo, de los cuales tan sólo 3 se han

dado en la realidad. Al calcular nuestro porcentaje, nos sale un 15%. Es más de lo que debería salir, ya que el porcentaje extraído tanto de nuestras estimaciones como las procedentes de la casa de apuestas debería estar dentro del intervalo de probabilidad correspondiente. En este caso, nuestro porcentaje (al igual que el de Betfair, 11.76%) no está comprendido en el intervalo 0% - 10%.

Existen casos en los que nuestras estimaciones corrigen a las de Betfair, como en el intervalo 40% - 50%. En este caso, el porcentaje obtenido de Betfair es del 62.76%, mientras que el porcentaje obtenido con nuestras estimaciones es del 50%.

También existe el caso opuesto, como sucede en el intervalo 50% - 60%. En este intervalo, el porcentaje obtenido de Betfair es del 60%, mientras que el porcentaje obtenido con nuestras estimaciones es del 74.07%.

Bwin

Bwin				Estimadas			
Intervalo	Total	Parcial	Porcentaje	Intervalo	Total	Parcial	Porcentaje
0-10	9	0	0,00%	0-10	15	2	13,33%
10-20	32	6	18,75%	10-20	41	6	14,63%
20-30	117	22	18,80%	20-30	99	22	22,22%
30-40	33	10	30,30%	30-40	34	10	29,41%
40-50	41	25	60,98%	40-50	35	18	51,43%
50-60	17	12	70,59%	50-60	21	15	71,43%
60-70	12	7	58,33%	60-70	11	8	72,73%
70-80	5	4	80,00%	70-80	6	3	50,00%
80-90	4	4	100,00%	80-90	5	3	60,00%
90-100	0	0	0,00%	90-100	3	3	100,00%

Tabla 3.36. Probabilidades Bwin

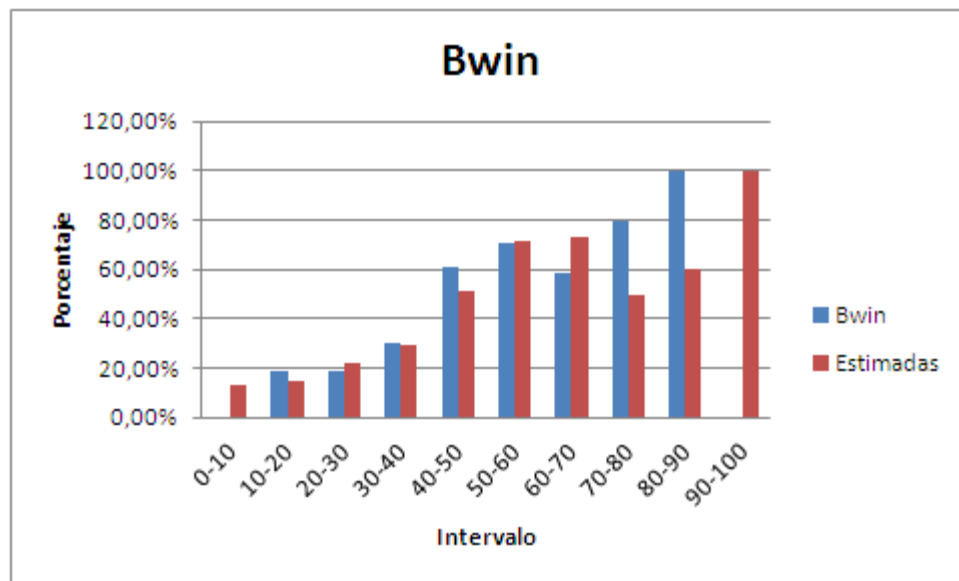


Figura 3.6. Comparativa entre probabilidades estimadas y Bwin

En el caso de Bwin, ocurre algo similar al caso de Betfair. Existen casos en los que nuestras estimaciones corrigen a las de Bwin, como en el intervalo 20% - 30%. En este caso, el porcentaje obtenido de Bwin es del 18.80%, mientras que el porcentaje obtenido con nuestras estimaciones es del 22.22%.

También sucede el caso contrario, como sucede en el intervalo 70% - 80%. En este intervalo, el porcentaje obtenido de Bwin es del 80%, mientras que el porcentaje obtenido con nuestras estimaciones es del 50%.

3.5. Análisis de la Jornada 35

En este subapartado nos vamos a centrar exclusivamente en la jornada 35. El estudio de esta jornada consistirá en apreciar los cambios que se producen en la estimación de las probabilidades cuando uno de los dos equipos mete un gol. Para ello vamos a tener en cuenta 2 aspectos fundamentalmente:

- **Minuto del partido.** Las mediciones las hemos hecho cada 5 minutos. Esta condición afecta al cálculo de las probabilidades de la siguiente forma: la probabilidad de que un equipo meta un determinado número de goles sigue modelándose como una variable Poisson, pero multiplicaremos el valor por una fracción. Por ejemplo, si han transcurridos 20 minutos, para calcular

las probabilidades incluiremos un término 70/90, para que sólo se tengan en cuenta los primeros 20 minutos. Cada 5 minutos iremos decrementando ese valor, es decir, para los 25 minutos de partido, ese factor será igual a 65/90.

- Goles que cada equipo ha metido en el transcurso de los minutos. De esta forma, si un equipo mete un gol, veremos claramente como posteriormente su probabilidad de vencer habrá incrementando significativamente.

A continuación mostramos los resultados correspondientes a los 10 partidos disputados en la jornada número 35:

❖ Mallorca 0 – 0 Villarreal

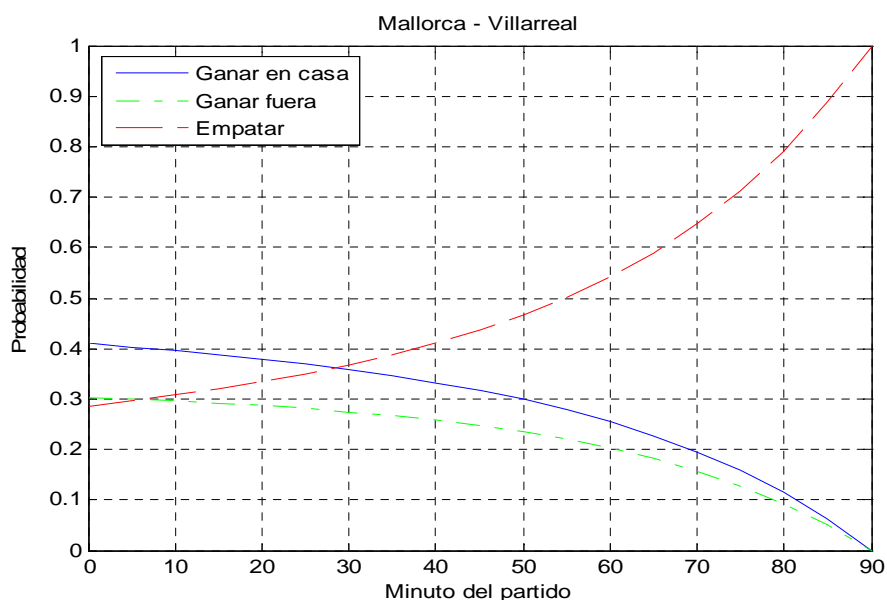


Figura 3.7. Evolución de las probabilidades en el partido Mallorca - Villarreal

En este caso en particular vemos que, al no existir ningún gol en los 90 minutos de partido, las probabilidades no sufren ningún cambio brusco, si no que tienden a uno (el empate) y a cero (victoria de cualquiera de los 2 equipos).

❖ Atlético de Madrid 0 – 3 Málaga

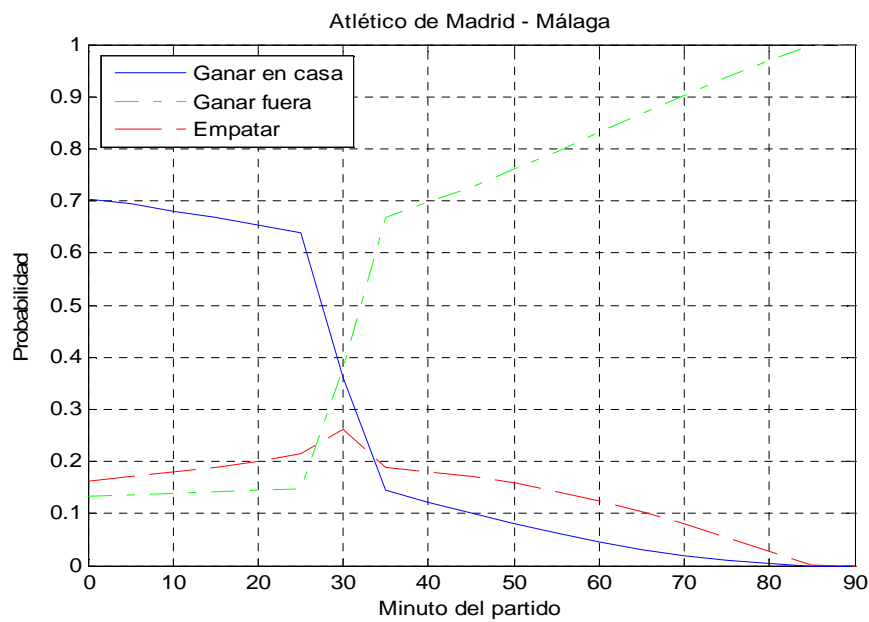


Figura 3.8. Evolución de las probabilidades en el partido Atlético de Madrid – Málaga

En este partido, el Málaga mete los goles en los minutos 30, 35 y 85. En la gráfica podemos apreciar cómo incrementa bruscamente la probabilidad de victoria fuera (el Málaga juega como visitante) en esos instantes del partido.

❖ Getafe 2 – 0 Almería

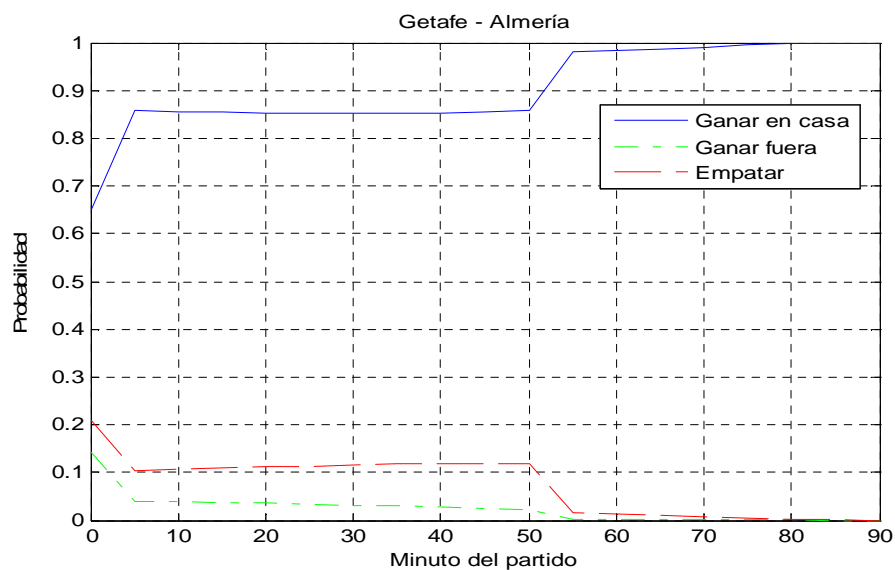


Figura 3.9. Evolución de las probabilidades en el partido Getafe – Almería

Aquí ocurre lo mismo que en el partido anterior, con la salvedad que los goles los mete el equipo local, por lo que lo que se ve incrementada es la probabilidad de victoria del equipo de casa.

❖ Valencia 3 – 0 Real Sociedad

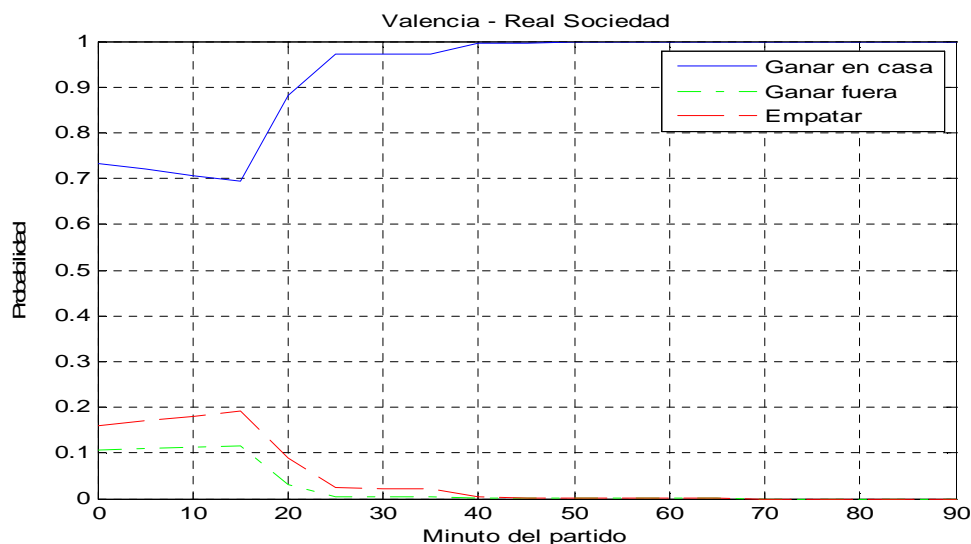


Figura 3.10. Evolución de las probabilidades en el partido Valencia – Real Sociedad

En este partido se da el mismo comportamiento que en el caso anterior.

❖ Athletic de Bilbao 3 – 2 Levante

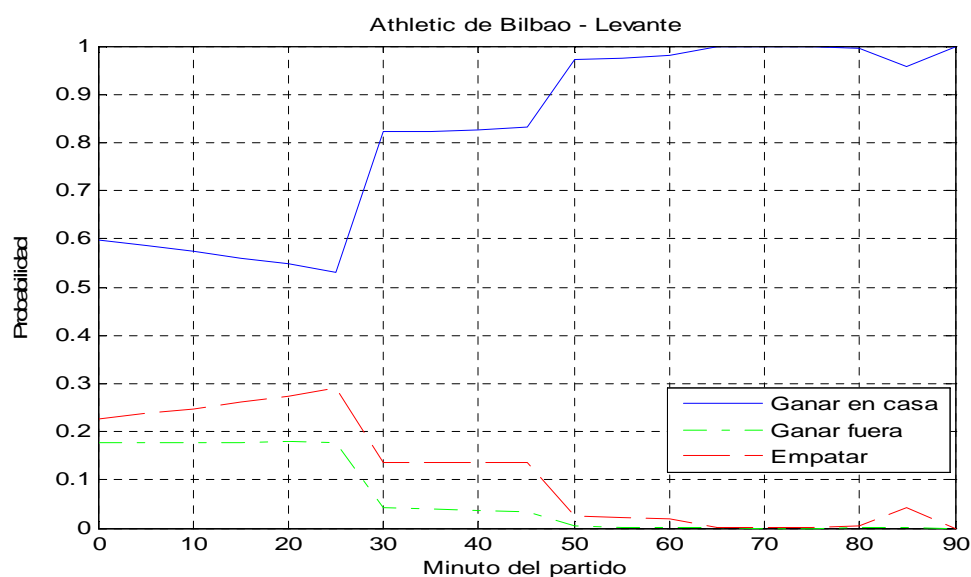


Figura 3.11. Evolución de las probabilidades en el partido Athletic de Bilbao – Levante

En este partido, el Athletic de Bilbao se adelanta en el minuto 25, por lo que su probabilidad de victoria aumenta. Ocurre lo mismo en los minutos 45 y 60. En los últimos instantes del partido, el Levante mete 2 goles, que provocan un pequeño cambio en las probabilidades.

❖ Sporting de Gijón 2 – 2 Deportivo de La Coruña

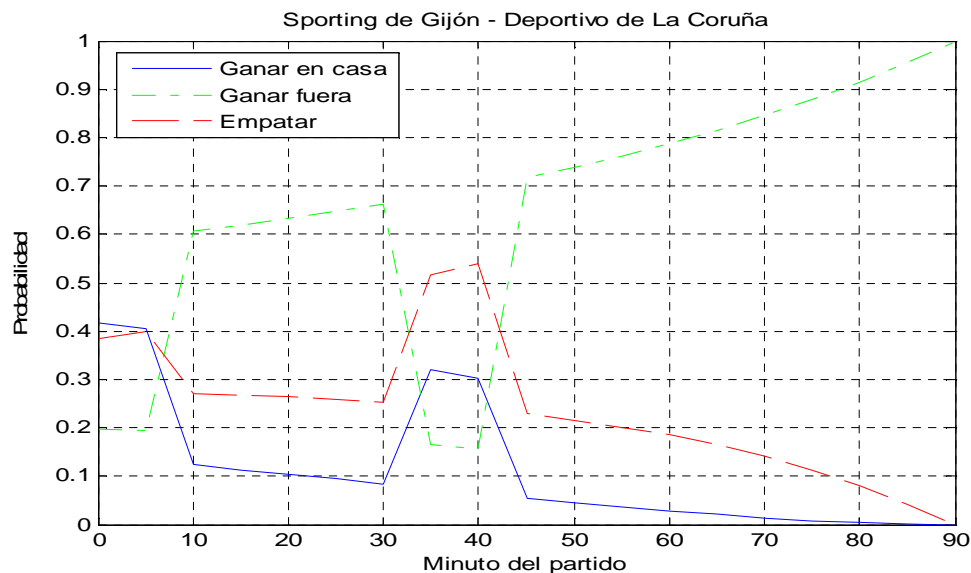


Figura 3.12. Evolución de las probabilidades en el partido Sporting de Gijón – Deportivo de La Coruña

Partido interesante para apostar. Se adelanta el Deportivo de La Coruña en el minuto 10, por lo que su probabilidad de ganar sufre un incremento. En el minuto 35 podemos apreciar como marca gol el equipo local, en este caso el Sporting de Gijón, variando de nuevo las probabilidades. En el minuto 45 vuelve a adelantarse en el marcador el Deportivo de La Coruña. El partido no lo va a empatar el Sporting de Gijón hasta el minuto 90 de partido (no se aprecia en la gráfica el cambio en las probabilidades). Por lo tanto, si hubiéramos apostado por el empate después del segundo gol del Deportivo de La Coruña los beneficios en este partido habrían sido elevados.

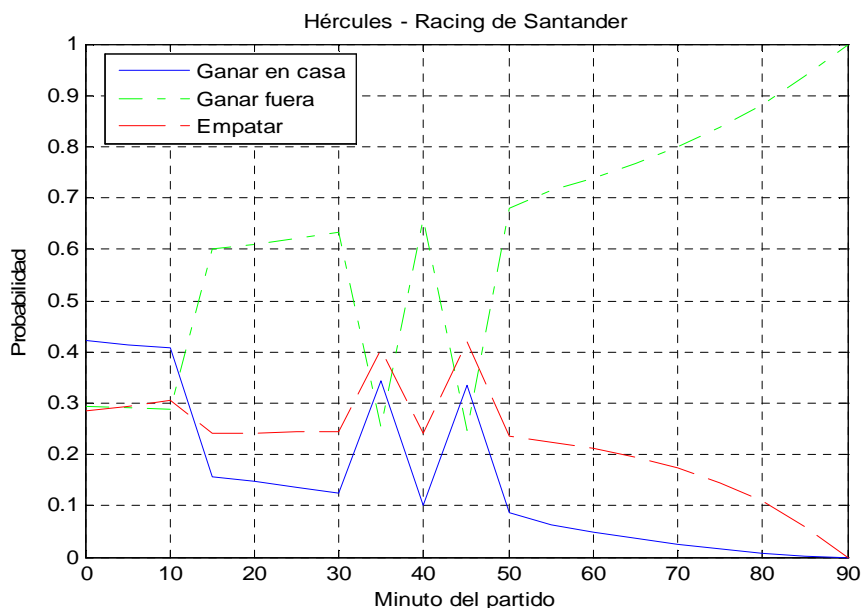
❖ **Hércules 2 – 3 Racing de Santander**

Figura 3.13. Evolución de las probabilidades en el partido Hércules – Racing de Santander

En el encuentro disputado entre el Hércules y el Racing de Santander se marcan cinco goles, por lo que las probabilidades se ven alteradas en cinco ocasiones. El primer gol lo mete el equipo visitante, en este caso el Racing de Santander, en el minuto 15. El siguiente gol lo mete el Hércules en el minuto 35. Acto seguido, en el minuto 40, el Racing de Santander se vuelve a adelantar en el marcador. El equipo local empata el partido en el minuto 45, por lo que la probabilidad de que el partido termine en empate es la más alta de las tres en este momento. En el minuto 50, el equipo visitante consigue su tercer gol, por lo que su probabilidad de victoria será la más alta de las tres. Las probabilidades no experimentan ningún cambio brusco a partir de ese instante del partido, ya que ninguno de los dos equipos meterá ningún gol más.

❖ Sevilla 2 – 6 Real Madrid

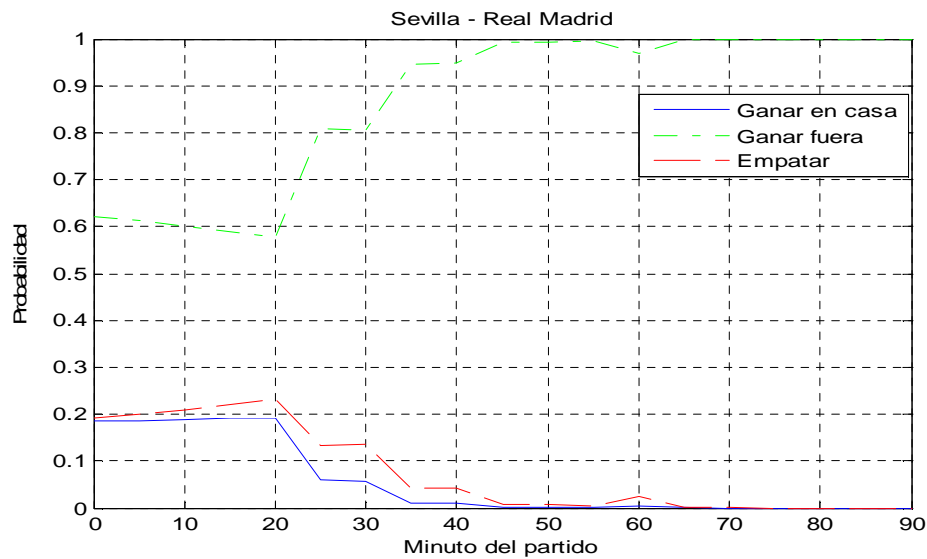


Figura 3.14. Evolución de las probabilidades en el partido Sevilla – Real Madrid

El Real Madrid mete tres goles en la primera parte, por lo que su probabilidad de victoria en el descanso es superior al 90%. En la segunda parte no existen variaciones significativas de las probabilidades, pues aunque el Sevilla consigue meter dos goles, el Real Madrid mete tres más. En este caso, una apuesta certera habría sido apostar a que el Real Madrid se iba al descanso ganando y además ganaba al final del partido.

❖ F.C.Barcelona 2 – 0 Espanyol

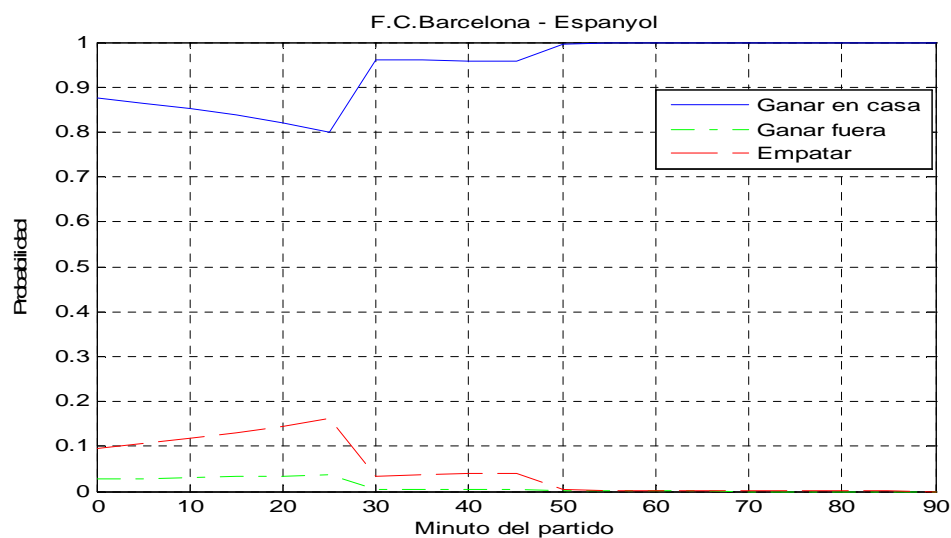


Figura 3.15. Evolución de las probabilidades en el partido F.C. Barcelona - Espanyol

En este partido, el F.C.Barcelona parte como favorito, por esta razón el partido comienza con una probabilidad de victoria del equipo local superior al 80%. Esta probabilidad aumenta en los minutos 30 y 50 (donde el F.C. Barcelona mete ambos goles).

❖ Zaragoza 1 – 3 Osasuna

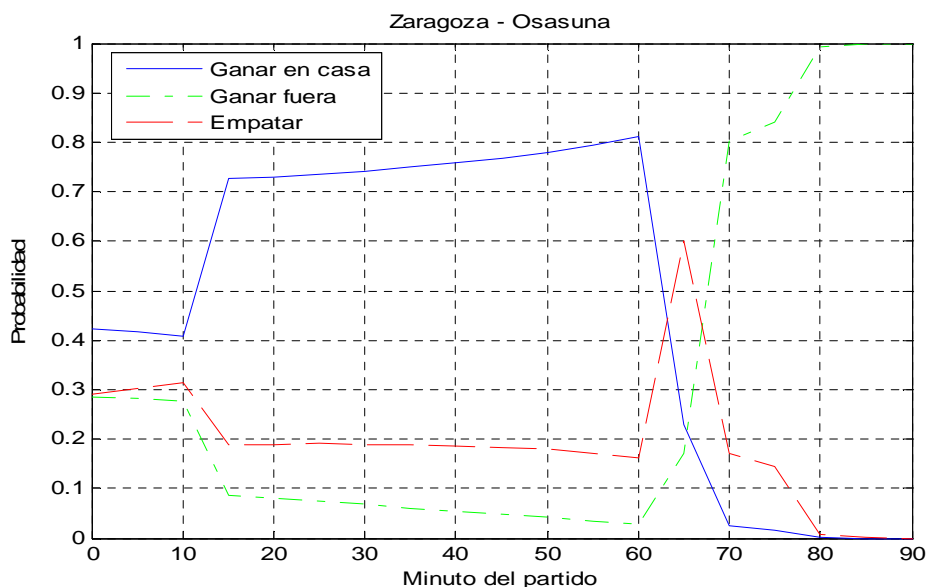


Figura 3.16. Evolución de las probabilidades en el partido Zaragoza – Osasuna

Desarrollo del partido: en el minuto 15 se adelanta el Zaragoza (equipo local). En el minuto 65 el Osasuna (equipo visitante) consigue el empate. En este instante del partido la probabilidad de empatar es del 60%. Posteriormente, en el minuto 70 vuelve a marcar el Osasuna, por lo que la probabilidad de empatar baja hasta el 20%. Para finalizar, en el minuto 80 el Osasuna marca el tercero. Con este gol y a falta de 10 minutos para que termine el partido, la probabilidad de que el equipo visitante, en el este caso el Osasuna, acabe ganando, es casi del 100%.

Capítulo 4

Conclusiones y futuras líneas de trabajo

Índice del capítulo

- 4.1. Evaluación de los resultados
- 4.2. Conclusión
- 4.3. Futuras líneas de trabajo

4.1. Evaluación de los resultados

La evaluación de la eficacia de una estrategia de apuestas la realizamos basándonos en los resultados obtenidos. De esta forma podremos comprobar los posibles errores que acarrea el uso de dicha estrategia así como sus puntos fuertes.

Tras la evaluación de los resultados observamos que es una estrategia con la que se obtienen escasos beneficios, si bien es cierto que si el *bankroll* hubiese sido más grande los beneficios podrían ser significativos.

En este trabajo hemos utilizado como variables los factores de ataque y defensa de cada equipo, extraídos a partir de una base de datos (los goles metidos por cada equipo desde la primera jornada de liga), además del factor casa.

Los resultados obtenidos difieren dependiendo de en qué casa de apuestas decidamos apostar. Esto sucede por el hecho de que Bwin se queda con una mayor comisión que Betfair. De modo que, si de por sí nuestro margen de beneficios es más estrecho, se hace aún más con el cobro de una comisión superior. Basándonos en los resultados obtenidos podemos decir que hacen falta más variables para que la estrategia nos devuelva un retorno positivo significativo.

4.2. Conclusión

La estrategia que hemos aplicado está basada en el Criterio de Kelly, y este hecho conlleva ventajas e inconvenientes. La ventaja consiste en que utilizando dicho criterio no se llega a la bancarrota, entendiendo como bancarrota aquella situación donde las deudas superan el patrimonio total. Al calcular en cada partido un *stake* sobre el *bankroll*, estamos calculando una proporción de nuestro patrimonio que será, en definitiva, la cantidad que apostemos en el partido. Este criterio necesita las probabilidades verdaderas para que, utilizándolo, podamos obtener la mayor cantidad de dinero posible. De esta forma, las pérdidas que recojamos serán fruto de nuestros errores a la hora de estimar las probabilidades.

De ser un criterio sin inconvenientes, existiría un gran número de personas que se enriquecería con él. La razón por la que es tan difícil modelar una estrategia de apuestas con retorno positivo reside en la estimación de las probabilidades. Como no podía ser de otra forma, el punto crítico de este modelado está en la capacidad de realizar de forma precisa este cálculo. Este cálculo implica la necesidad de utilizar un mayor número de variables que modelen profundamente la situación en la que se juega cada partido.

4.3. Futuras líneas de trabajo

Nos hemos dado cuenta que para predecir el resultado de un partido hay que tener en cuenta más aspectos que simplemente los goles que mete cada equipo durante la temporada. Con este modelo pasan desapercibidos muchos factores que realmente afectan al rendimiento de un equipo. Para poner en práctica una estrategia de apuestas con más beneficios hace falta un modelo más complejo que el desarrollado en este trabajo. Este modelo tendrá que tener en cuenta, con mayor o menor importancia, los siguientes factores adicionales:

- Lesiones: existen momentos durante temporada en los que un equipo sufre una ráfaga de lesiones que hace que el rendimiento general del equipo se resienta. Por lo tanto, este hecho habría que tenerlo en cuenta a la hora de la estimación de las probabilidades.
- Cambio de entrenador: el cambio en la dirección técnica del equipo supone un cambio de mentalidad para el equipo, normalmente hacia bien.
- Recta final de la temporada: en este trabajo nos hemos dado cuenta de que, en las últimas jornadas, existe un factor que las casas de apuestas sí tienen en cuenta y nosotros no: objetivos. Uno de esos objetivos es evitar el descenso, y los equipos que están involucrados en ello se esfuerzan más que nunca en evitarlo. Sumado a esto se da la circunstancia que equipos grandes ya han cumplido sus objetivos y en las últimas jornadas alinean a los suplentes. Este factor sólo se tendría en cuenta en la estimación de las probabilidades de las últimas jornadas.
- Problemas institucionales: existen equipos en los que sus jugadores sufren impagos. Este hecho puede hacer cambiar el rendimiento de sus jugadores.

Por otra parte, en este trabajo únicamente hemos realizado apuestas a 3 sucesos: ganar en casa, ganar fuera y empatar. Pero las casas de apuestas ofrecen multitud de apuestas tales como: empate sin goles al descanso, partido que no acaba sin goles, determinado equipo gana en la primera parte y al final del partido, gol de un determinado jugador, etc.

Estas apuestas requieren otro tipo de estrategia de apuestas, y por lo tanto, de modelado. Pero puede resultar muy interesante, ya que por ejemplo, en muchos casos equipos que van ganando al descanso no pierden ese partido. Para este supuesto podríamos utilizar las gráficas del análisis de la jornada 35, donde podemos observar el cambio en la estimación de las probabilidades de cada suceso dependiendo de quién marca el gol.

Otro supuesto: las rachas de los delanteros centros son muy habituales, pueden estar marcando durante 3 ó 4 jornadas consecutivas y no volver a marcar en otros tantos partidos. Ese factor puede ser aprovechable.

Capítulo 5

Presupuesto

En este capítulo vamos a detallar el presupuesto. Para ello tendremos en cuenta todos los gastos que han supuesto la realización del mismo. Vamos a detallarlo de acuerdo a la plantilla proporcionada por la Universidad Carlos III de Madrid

Para la realización de este proyecto han sido necesarios 12 meses, con cargas de trabajo variables. En media, hemos invertido 2 horas al día para llevarlo a cabo, por lo que el total de horas asciende a 730 horas, distribuidas en 4 fases: documentación, diseño, implementación y experimentación.

- Documentación: 60 días * 2 horas/día = 120 horas
- Diseño: 70 días * 2 horas/día = 140 horas
- Implementación: 100 días * 2 horas = 200 horas
- Resultados: 135 días * 2 horas = 270 horas

A continuación detallamos cada uno de los costes asociados a la realización del proyecto.

Coste de personal

Cargo	Nº horas	Coste hora	Total
Documentación	120	12 €	1.440 €
Diseñador	140	25 €	3.500 €
Programador	200	22 €	4.400 €
Técnico de pruebas	270	22 €	5.940 €
			15.280 €

Tabla 5.1. Coste de personal

Coste de equipos

Descripción	Coste (€)	% Uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable (€)
Pc Intel Pentium 4	1600	100	12	60	320
Monitor TFT Acer	200	100	12	60	40
Ratón y teclado Trust	20	100	12	60	4
Pen drive SanDisk 4Gb	15	100	12	60	3
					367 €

Tabla 5.2. Coste de equipos

Otros costes

Descripción	Coste imputable (€)
Impresión	100
Licencia Matlab	300
400 €	

Tabla 5.3. Otros costes

Resumen de costes

Concepto	Costes totales (€)
Personal	15.280
Equipos	367
Otros costes	400
Costes indirectos (20%)	3.209
19.256 €	

Tabla 5.4. Resumen de costes I

Descripción	Costes totales (€)
Total sin IVA	19.256
IVA 18%	3.466,08
22.722,08 €	

Tabla 5.5. Resumen de costes II

Plantilla de presupuesto



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Escuela Politécnica Superior

PRESUPUESTO DE PROYECTO

1.- Autor:

Alberto Cela Fabián

2.- Departamento:

Teoría de la Señal

3.- Descripción del Proyecto:

- Título: Predicción de resultados de eventos deportivos: fútbol
- Duración (meses): 12
Tasa de costes indirectos: 20%

4.- Presupuesto total del Proyecto (valores en Euros):

22.722,08 Euros

5.- Desglose presupuestario (costes directos)

PERSONAL

Apellidos y nombre	N.I.F. (no rellenar - solo a título informativo)	Categoría	Dedicación (hombres mes) a)	Coste hombre mes	Coste (Euro)	Firma de conformidad
Alberto Cela Fabián		Documentación	0,91	1.582,42	1.440,00	
Alberto Cela Fabián		Diseñador	1,06	3.301,89	3.500,00	
Alberto Cela Fabián		Programador	1,52	2.894,74	4.400,00	
Alberto Cela Fabián		Técnico de pruebas	2,05	2.897,56	5.940,00	
Hombres mes 5,54				Total	15.280,00	

a) 1 Hombre mes = 131,25 horas

EQUIPOS

Descripción	Coste (Euro)	% Uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable ^{d)}
Pc Intel Pentium 4	1600	100	12	60	320,00
Monitor TFT Acer	200	100	12	60	40,00
Ratón y teclado Trust	20	100	12	60	4,00
Pen drive SanDisk 4Gb	15	100	12	60	3,00
Total					367,00

d) Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$

A = nº de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado

B = periodo de depreciación (60 meses)

C = coste del equipo (sin IVA)

D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

SUBCONTRATACIÓN DE TAREAS

Descripción	Empresa	Coste imputable
Total		0,00

OTROS COSTES DIRECTOS DEL PROYECTO^{e)}

Descripción	Empresa	Costes imputable
Impresión		100,00
Licencia Matlab		300,00
Total		400,00

e) Este capítulo de gastos incluye todos los gastos no contemplados en los conceptos anteriores, por ejemplo: fungible, viajes y dietas, otros,...

6.- Resumen de costes

Presupuesto Costes Totales	Presupuesto Costes Totales
Personal	15.280
Amortización	367
Subcontratación de tareas	0
Costes de funcionamiento	400
Costes indirectos	3.209
Total	19.256

El presupuesto total de este proyecto asciende a la cantidad de 22.722,08 €.

El ingeniero proyectista,

Fdo. Alberto Cela Fabián

Referencias

- [1] Richard Pollard: *“Home Advantage in Football: A Current Review of an Unsolved Puzzle”*.
- [2] Joel Oberstone: *“Differentiating the Top English League Football Clubs from the Rest of the Pack: Identifying the Keys to Success”*.
- [3] Mike Hughes, Julia Wells: *“Analysis of penalties taken in shoot-outs”*.
- [4] Ridder, G., Cramer, J.S. and Hopstaken, P. (1994): *“Estimating the effect of a red card in soccer”*.
- [5] Bar-Eli, M., Tenenbaum, S. Geister (2006): *“Consequences of Players Dismissal in Professional Soccer: A Crisis Related Analysis of Group Size Effect”*.
- [6] Jan Vecer, Frantisek Kopriva, Tomoyuki Ichibi: *“Estimating the Effect of the Red Card in Soccer”*.
- [7] Nikolaos Vlastakis, George Dotsis, Raphael N. Markellos: *“Nonlinear modelling of European football scores using support vector machines”*.
- [8] Chen, H., P.Rinde, L.She, S.Sotjahjo, C.Sommer and D.Neely (1994): *“Expert Prediction, Symbolic Learning, and Neural Networks: An Experiment on Greyhounds Rancing”*.

- [9] Johansson, V. and C.Sonstrod (2003): “*Neural Networks Mine for Gold at the Greyhound Track*”.
- [10] Mark J. Dixon, Michael E. Robinson: “*A birth process model for association football matches*”.
- [11] Maher, M. (1982): “*Modelling association football scores*”.
- [12] Anastasios Oikonomidis, Johnnie Johnson: “*Exploring the Efficient Market Hypothesis through Time; Evidence from the Total Goals Football Betting Market*”.
- [13] Pope, P.F. and Peel, D.A. (1989): “*Information, prices and efficiency in a fixed-odds betting market*”.
- [14] DK Forrest, J.Goddard, R.Simmons (2005): “*Odd-setters as forecasters: the case of English football*”.
- [15] A. Tenga, D. Kanstad, L. T. Ronglan, R. Bahr: “*Developing a New Method for Team Match Performance Analysis in Professional Soccer and Testing its Reliability*”.
- [16] Moroney, M.J. (1956): “*Facts from Figures*”.
- [17] Hill, I.D. (1974): “*Association football and statistical inference*”.
- [18] Fahrmeir, L. (1994): “*Dynamic-stochastic models for time-dependent ordered paired comparison systems*”.
- [19] Barnett, V. and Hilditch, S. (1993): “*The effect of an artificial pitch surface on home team performance in football*”.
- [20] Chedzoy, O. (1995): “*Influences on the distribution of goals in soccer*”.

- [21] Clarke, S.R. and Norman, J.M. (1995): “*Home ground advantage of individual clubs in English soccer*”.
- [22] J. L. Kelly, Jr: “*A New Interpretation of Information Rate*”
- [23] <http://www.baquia.com/posts/el-futbol-y-el-tenis-los-preferidos-de-los-apostantes-espanoles>
- [24] www.betfair.com
- [25] www.bwin.com
- [26] <http://www.marca.com/blogs/charla-de-apuestas/2011/04/18/psicologia-apuestas-las-malas-rachas.html>
- [27] www.apuestas-deportivas.es/articulos/tipos-apuestas-deportivas.html
- [28] www.apuestasintenet.net
- [29] <http://es.iapuestas.com/guiadeapuestas>
- [30] www.apuestasdeportivas.com
- [31] www.rinconapuestas.com